



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE ALVINÓPOLIS - 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



CBH-PIRANGA/MG
Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranga

Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Piranga - D01

Rua João Vidal de Carvalho, nº 295 - Bairro Guarapiranga - CEP: 35.430-210
Ponte Nova/MG

Tel.: (31) 99634-8317 / (31) 99669-5188. E-mail: cbh.piranga@yahoo.com.br

Execução:



Prefeitura Municipal de Alvinópolis - MG

Rua Monsenhor Bicalho 201 - Centro. - Alvinópolis/MG

Telefone: (31) 3855-1100 - Fax: (31) 3855-1100

E-mail: pmadm2013@hotmail.com

Prefeito: Milton Ayres de Figueiredo

Vice-Prefeito: Ângelo Fernando Martino Cota



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	xi
Lista de Quadros	xvii
Lista de Tabelas.....	xxi
Anexos.....	xxii
Abreviaturas e Siglas	xxiii
Glossário	xxiv
Apresentação.....	xxvii
1. Setor Geral do Saneamento Básico Municipal	30
1.1. Objetivos, metas, ações e estimativas de custos	30
1.2. Detalhamento de programas, projetos e ações	43
2. Sistema de Abastecimento de Água (SAA).....	46
2.1. Diagnóstico.....	46
2.1.1. <i>Caracterização da cobertura e qualidade dos serviços</i>	<i>46</i>
2.1.2. <i>Situação atual do sistema.....</i>	<i>48</i>
2.1.2.1. Major Ezequiel.....	52
2.1.2.2. Barretos de Alvinópolis.....	55
2.1.2.3. Fonseca	60
2.1.3. <i>Soluções alternativas empregadas.....</i>	<i>65</i>
2.1.3.1. Dias.....	66
2.1.3.2. Gravatá	66
2.1.3.3. Sertão	67
2.1.3.4. Terras.....	67
2.1.4. <i>Análise de mananciais.....</i>	<i>69</i>
2.1.5. <i>Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores.....</i>	<i>70</i>



2.1.5.1.	Índice de abastecimento total de água	70
2.1.5.2.	Índice de abastecimento urbano de água	71
2.1.5.3.	Economias atingidas por paralisações	71
2.1.5.4.	Duração média das paralisações.....	71
2.1.5.5.	Incidência das análises de cloro residual fora do padrão.....	72
2.1.5.6.	Incidência das análises de turbidez fora do padrão	72
2.1.5.7.	Índice de perdas na distribuição	73
2.1.5.8.	Consumo médio per capita de água	73
2.1.5.9.	Indicadores econômico-financeiros	73
2.1.5.10.	Tarifa média de água.....	75
2.1.5.11.	Indicador de desempenho financeiro.....	75
2.2.	Projeção e estimativas das demandas do Sistema de Abastecimento de Água	76
2.2.1.	<i>Descrição dos principais mananciais e definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda</i>	87
2.2.1.1.	Sede.....	87
2.2.1.2.	Barretos de Alvinópolis.....	92
2.2.1.3.	Fonseca	96
2.2.1.4.	Major Ezequiel.....	99
2.2.1.5.	Área rural	104
2.3.	Objetivos, metas, ações e estimativa de custos	107
2.4.	Detalhamento de programas, projetos e ações	121
2.4.1.	<i>Programa “Caça Gato”</i>	121
2.4.2.	<i>Distritos.....</i>	121
2.4.3.	<i>Localidades rurais</i>	122
2.4.3.1.	Sistema de abastecimento coletivo com captação subterrânea.....	122
2.4.3.2.	Sistema de abastecimento coletivo com captação superficial.....	123



2.4.3.3.	Abastecimento de água individualizado.....	123
2.4.4.	<i>Programa de Aferição da Qualidade da Água Rural (PAQAR)</i>	124
2.5.	Ações para emergências e contingências	125
2.5.1.	<i>Operacionais</i>	125
2.5.2.	<i>Gestão e gerenciamento</i>	126
2.5.3.	<i>Imprevisíveis</i>	126
3.	Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)	128
3.1.	Diagnóstico.....	128
3.1.1.	<i>Caracterização da cobertura e qualidade dos serviços</i>	128
3.1.2.	<i>Situação atual do sistema</i>	129
3.1.2.1.	Major Ezequiel.....	132
3.1.2.2.	Barretos de Alvinópolis.....	132
3.1.2.3.	Fonseca	132
3.1.3.	<i>Soluções alternativas empregadas</i>	134
3.1.3.1.	Dias.....	134
3.1.3.2.	Gravatá	134
3.1.3.3.	Sertão	134
3.1.3.4.	Terras.....	134
3.1.4.	<i>Análise de corpos receptores</i>	135
3.1.5.	<i>Identificação de fundos de vale</i>	135
3.1.5.1.	Sede.....	135
3.1.5.2.	Distrito de Major Ezequiel.....	136
3.1.5.3.	Distrito Barreto de Alvinópolis.....	137
3.1.5.4.	Distrito de Fonseca	138
3.1.6.	<i>Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores</i>	139
3.1.6.1.	Índice de atendimento urbano de esgotos	139



3.1.6.2.	Índice de coleta de esgotos	139
3.1.6.3.	Índice de tratamento de esgotos	139
3.1.6.4.	Tarifa média de esgotos	139
3.2.	Projeções e estimativas de demandas do Serviço de Esgotamento Sanitário	140
3.2.1.	<i>Definição de alternativas técnicas de engenharia para o atendimento da demanda</i>	<i>164</i>
3.3.	Objetivos, metas, ações e estimativa de custos	166
3.4.	Detalhamento de programas, projetos e ações	178
3.4.1.	<i>Programa “Caça Esgoto”</i>	<i>178</i>
3.4.2.	<i>Localidades rurais</i>	<i>178</i>
3.4.2.1.	Sistema de esgotamento sanitário coletivo.....	179
3.4.2.2.	Sistema de esgotamento sanitário individualizado	180
3.4.3.	<i>Programa de Esgotamento Sanitário Rural (PESR).....</i>	<i>180</i>
3.5.	Ações para emergências e contingências	181
3.5.1.	<i>Operacionais</i>	<i>181</i>
3.5.2.	<i>Gestão e gerenciamento</i>	<i>183</i>
3.5.3.	<i>Imprevisíveis.....</i>	<i>183</i>
4.	Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais.....	184
4.1.	Diagnóstico.....	184
4.1.1.	<i>Considerações preliminares</i>	<i>184</i>
4.1.2.	<i>Infraestrutura atual do sistema</i>	<i>186</i>
4.1.2.1.1.	<i>Sede Municipal de Alvinópolis.....</i>	<i>187</i>
4.1.2.1.2.	<i>Barretos de Alvinópolis</i>	<i>188</i>
4.1.2.1.3.	<i>Fonseca.....</i>	<i>188</i>
4.1.2.1.4.	<i>Major Ezequiel</i>	<i>189</i>



4.1.2.1.5. Comunidades.....	190
4.1.2.2. Infraestrutura atual da microdrenagem.....	191
4.1.2.2.1. Infraestrutura da microdrenagem na sede municipal.....	191
4.1.2.2.2. Infraestrutura atual da microdrenagem de Barretos de Alvinópolis	193
4.1.2.2.3. Infraestrutura atual da microdrenagem de Fonseca.....	194
4.1.2.2.4. Infraestrutura atual da microdrenagem de Major Ezequiel.....	195
4.1.2.2.5. Infraestrutura atual da microdrenagem das comunidades de Alvinópolis	196
4.1.2.2.6. Aspectos técnicos legais e estruturais para idealização do sistema de microdrenagem	198
4.1.2.2.7. Manutenção da microdrenagem.....	200
4.1.2.3. Infraestrutura atual da macrodrenagem.....	200
4.1.2.3.1. Infraestrutura atual da macrodrenagem na sede municipal.....	200
4.1.2.3.2. Infraestrutura atual da macrodrenagem de Barretos de Alvinópolis ...	206
4.1.2.3.3. Infraestrutura atual da macrodrenagem de Fonseca.....	208
4.1.2.3.4. Infraestrutura atual da macrodrenagem de Major Ezequiel.....	210
4.1.2.3.5. Infraestrutura atual da macrodrenagem das comunidades de Alvinópolis	211
4.1.2.4. Manutenção da macrodrenagem.....	214
4.1.2.4.1. Manutenção da macrodrenagem da sede.....	214
4.1.2.4.2. Manutenção da macrodrenagem em Barretos de Alvinópolis.....	214
4.1.2.4.3. Manutenção da macrodrenagem em Fonseca.....	214
4.1.2.4.4. Manutenção da macrodrenagem em Major Ezequiel.....	214
4.1.2.4.5. Manutenção da macrodrenagem nas comunidades de Alvinópolis	214
4.1.2.5. Croqui dos fluxos de drenagem e dos principais pontos de lançamentos da macrodrenagem.....	215
4.1.3. Separação entre os sistemas de drenagem e de esgotamento sanitário	217



4.1.4.	<i>Ocupação de Áreas de Preservação Permanente (APPs)</i>	219
4.1.5.	<i>Análise dos processos erosivos e sedimentológicos</i>	220
4.1.5.1.	<i>Erosões</i>	221
4.1.5.2.	<i>Assoreamento</i>	221
4.1.6.	<i>Simulações hidrológicas e hidráulicas e mapeamento de inundações</i>	223
4.1.6.1.	<i>Mapeamento e histórico das inundações</i>	228
4.1.7.	<i>Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores</i>	231
4.1.7.1.	<i>Grau de impermeabilidade do solo</i>	231
4.1.7.2.	<i>Gestão da drenagem urbana</i>	233
4.1.7.3.	<i>Gestão de eventos hidrológicos extremos</i>	234
4.1.7.4.	<i>Estações de monitoramento</i>	234
4.1.7.5.	<i>Salubridade ambiental</i>	235
4.2.	<i>Projeções e estimativas da ocupação urbana e seus impactos</i>	236
4.2.1.	<i>Medidas de controle de erosão e assoreamento</i>	239
4.2.2.	<i>Medidas para a redução da disposição de resíduos sólidos nos corpos d'água</i>	242
4.2.3.	<i>Diretrizes para o controle do escoamento superficial</i>	243
4.2.4.	<i>Diretrizes para o tratamento dos fundos de vale</i>	245
4.3.	<i>Objetivos, metas, ações e estimativa de custos</i>	246
4.4.	<i>Detalhamento das ações</i>	265
4.4.1.	<i>Mapear e cadastrar toda a rede de drenagem urbana</i>	265
4.4.2.	<i>Programa de captação da água da chuva</i>	265
4.4.3.	<i>Programa de recuperação de APP e áreas verdes</i>	265
4.4.4.	<i>Programa de implementação de caixas secas para controle de erosão e infiltração</i>	266



4.4.5.	<i>Ações específicas</i>	266
4.4.6.	<i>Plano de manutenção</i>	267
4.4.6.1.	Procedimentos e rotinas.....	268
4.5.	<i>Ações para emergências e contingências</i>	270
5.	Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	272
5.1.	Diagnóstico.....	272
5.1.1.	<i>Análise crítica dos planos e programas existentes</i>	272
5.1.2.	<i>Descrição e análise do sistema</i>	274
5.1.2.1.	Resíduos sólidos urbanos	277
5.1.2.1.1.	<i>Resíduos domiciliares e comerciais</i>	277
5.1.2.1.2.	<i>Resíduos de limpeza urbana</i>	279
5.1.2.2.	Resíduos de responsabilidade do gerador	281
5.1.2.2.1.	<i>Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico</i>	281
5.1.2.2.2.	<i>Resíduos sólidos industriais</i>	281
5.1.2.2.3.	<i>Resíduos sólidos dos serviços de saúde</i>	282
5.1.2.2.4.	<i>Resíduos sólidos da construção civil</i>	284
5.1.2.2.5.	<i>Resíduos agrossilvopastoris</i>	285
5.1.2.2.6.	<i>Resíduos de serviços de transporte</i>	285
5.1.2.2.7.	<i>Resíduos de mineração</i>	286
5.1.2.3.	Resíduos especiais passíveis de logística reversa	286
5.1.3.	<i>Identificação dos passivos ambientais</i>	286
5.1.4.	<i>Geração de resíduos</i>	290
5.1.4.1.	Resíduos sólidos urbanos	290
5.1.4.2.	Resíduos sólidos industriais	293
5.1.4.3.	Resíduos sólidos dos serviços de saúde	294
5.1.4.4.	Resíduos sólidos da construção civil	294



5.1.4.5.	Resíduos especiais passíveis de logística reversa	294
5.1.5.	<i>Soluções consorciadas</i>	294
5.1.6.	<i>Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores</i>	296
5.2.	Projeções e estimativas de demandas do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.....	297
5.2.1.	<i>Resíduos sólidos domiciliares</i>	297
5.2.2.	<i>Resíduos recicláveis</i>	298
5.2.3.	<i>Resíduos orgânicos</i>	300
5.2.4.	<i>Rejeitos</i>	302
5.3.	Identificação de áreas favoráveis à disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.....	303
5.3.1.	<i>Dimensionamento da área necessária para instalação de um aterro sanitário em Alvinópolis</i>	307
5.4.	Análise preliminar de viabilidade de implantação de usina de reciclagem de resíduo de demolição da construção civil	311
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>	314
5.5.	Objetivos, metas, ações e estimativa de custos	317
5.6.	Detalhamento de programas, projetos e ações	340
5.6.1.	<i>Mecanismos para criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos</i>	340
5.6.2.	<i>Programa de inclusão de catadores organizados na coleta seletiva municipal</i>	343
5.6.2.1.	Como implantar coleta seletiva com participação dos catadores de materiais recicláveis nos municípios.....	344
5.6.2.2.	Etapas e metodologia para sua implantação	346
5.6.2.2.1.	<i>Projeto de Coleta e Triagem de Materiais Recicláveis</i>	348



5.6.2.2.2.	<i>Projeto de Inclusão dos Catadores</i>	350
5.6.2.2.3.	<i>Projeto de Mobilização Social e Educação Ambiental</i>	351
5.6.2.2.4.	<i>Estrutura física e gerencial necessária para a implantação</i>	352
5.6.2.3.	Considerações finais do programa	353
5.6.3.	<i>Programas e ações de capacitação técnica</i>	353
5.6.4.	<i>Ações preventivas e corretivas a serem aplicadas, incluindo programa de monitoramento</i>	355
5.6.4.1.	Plano de Monitoramento	358
5.6.5.	<i>Programa de educação ambiental em resíduos sólidos</i>	359
5.7.	Ações para emergências e contingências	359
5.7.1.	<i>Operacional</i>	360
5.7.2.	<i>Gestão e gerenciamento</i>	361
5.7.3.	<i>Imprevisíveis</i>	361
6.	Audiência Pública	362
7.	Minuta de Projeto de Lei	367
8.	Considerações finais do PMSB	367
9.	Bibliografia	370
10.	Anexos	385

Lista de Figuras

Figura 1 - Detalhamento da captação de água da sede	48
Figura 2 - Estação elevatória de água tratada da ETA da sede	50
Figura 3 - Reservatórios principais de água tratada	50
Figura 4 - Imagem de satélite com a localização dos equipamentos do SAA da sede	51



Figura 5 - Lagoa da captação de água de Major Ezequiel	52
Figura 6 - Caixa de areia do sistema de adução de Major Ezequiel.....	52
Figura 7 - Canal de encaminhamento da água da barragem ao filtro.....	53
Figura 8 - Filtro de carvão e brita de Major Ezequiel	53
Figura 9 - Reservatório principal de água de Major Ezequiel	54
Figura 10 - Poço perfurado de Major Ezequiel	54
Figura 11 - Imagem de satélite com a localização dos equipamentos do SAA de Major Ezequiel.....	55
Figura 12 - Poço desativado de Barretos de Alvinópolis	56
Figura 13 - Poço próximo à Unidade de Saúde de Barretos de Alvinópolis	56
Figura 14 - Captação do córrego Peroba	57
Figura 15 - Caixa de concreto utilizada para captação de Barretos de Alvinópolis	57
Figura 16 - Detalhes da caixa de areia.....	58
Figura 17 - Imagem de satélite com a localização dos equipamentos do SAA de Barretos de Alvinópolis.....	59
Figura 18 - Captação de água de Fonseca - Lagoa (Captação 01).....	60
Figura 19 - Captação de água de Fonseca - córrego Togó (Captação 02)	61
Figura 20 - Chegada da água aduzida da Captação 02 até o canal desviado	61
Figura 21 - Captação de água de Fonseca - córrego Togó (Captação 03)	61
Figura 22 - Captação de água de Fonseca - Nascente represada (Captação 04)	62
Figura 23 - Fluxograma das captações superficiais	62
Figura 24 - Reservatório de água das captações superficiais de Fonseca	63
Figura 25 - Captação subterrânea de Fonseca	64
Figura 26 - Reservatório de água da captação subterrânea de Fonseca.....	64
Figura 27 - Captação subterrânea de Gravatá	67



Figura 28 - Reservatório de água da captação subterrânea de Gravatá.....	67
Figura 29 - Captação superficial de Terras.....	68
Figura 30 - Reservatório menor de água da captação superficial de Terras	68
Figura 31 - Reservatório principal de água da captação superficial de Terras.....	69
Figura 32 - Localização do antigo ponto de captação e o novo ponto proposto para a sede.....	90
Figura 33 - Visão panorâmica do local proposto para a sede.....	90
Figura 34 - Localização do novo ponto proposto para Barretos de Alvinópolis	94
Figura 35 - Visão panorâmica do local proposto para Barretos de Alvinópolis.....	95
Figura 36 - Localização do novo ponto proposto para Fonseca	97
Figura 37 - Visão panorâmica do local proposto para Fonseca.....	98
Figura 38 - Localização do novo ponto proposto para Major Ezequiel	102
Figura 39 - Visão panorâmica do local proposto para Major Ezequiel.....	103
Figura 40 - Esquema do sistema de cloração desenvolvido pela Embrapa	105
Figura 41 - Esquema geral de filtragem de água de uma nascente	107
Figura 42 - Lançamento de esgotos 01	129
Figura 43 - Lançamento de esgotos 02	129
Figura 44 - Lançamento de esgotos 03	130
Figura 45 - Lançamento de esgotos 04	130
Figura 46 - Lançamento de esgotos 05	130
Figura 47 - Lançamento de esgotos 06	131
Figura 48 - Imagem de satélite da sede com a localização dos pontos visitados	131
Figura 49 - Rede de esgoto de Fonseca	133
Figura 50 - Rede de esgoto rompida localizada aos fundos de uma residência em Fonseca.....	133



Figura 51 - Lançamento de esgotos de Terras 01	134
Figura 52 - Lançamento de esgotos de Terras 02.....	135
Figura 53 - Alternativas de ETE para a sede.....	136
Figura 54 - Alternativas de ETE para Major Ezequiel.....	137
Figura 55 - Alternativas de ETE para Barreto de Alvinópolis.....	138
Figura 56 - Alternativas de ETE para Fonseca.....	138
Figura 57 - Vista panorâmica da sede municipal de Alvinópolis.....	187
Figura 58 - Vista panorâmica do distrito de Barretos de Alvinópolis.....	188
Figura 59 - Vista panorâmica do distrito de Fonseca	189
Figura 60 - Vista panorâmica do distrito de Major Ezequiel.....	190
Figura 61 - Aspectos das bocas de lobo	191
Figura 62 - Vias sem microdrenagem ou microdrenagem insuficiente	192
Figura 63 - Via sem pavimentação e ausência de microdrenagem	193
Figura 64 - Aspectos das vias pavimentadas recentemente e com microdrenagem...	193
Figura 65 - Características das vias e infraestrutura de microdrenagem	194
Figura 66 - Aspectos das vias pavimentadas de Major Ezequiel.....	195
Figura 67 - Aspectos das bocas de lobo	195
Figura 68 - Lançamento de esgoto na rede de microdrenagem	196
Figura 69 - Aspectos das vias da comunidade Dias.....	196
Figura 70 - Aspectos da microdrenagem de Gravatá	197
Figura 71 - Aspectos das vias da comunidade de Gravatá	197
Figura 72 - Vias da comunidade Sertão	197
Figura 73 - Rede coletora	198
Figura 74 - Configurações de bocas de lobo	199
Figura 75 - Pontos visitados e hidrografia de Alvinópolis	201



Figura 76 - Primeiro ponto visitado	202
Figura 77 - Segundo ponto amostrado	203
Figura 78 - Terceiro ponto analisado.....	204
Figura 79 - Confluência de bacias hidrográficas.....	205
Figura 80 - Quarto ponto amostrado	205
Figura 81 - Quinto ponto visitado.....	206
Figura 82 - Hidrografia do distrito de Barretos de Alvinópolis e pontos amostrados ...	207
Figura 83 - Primeiro ponto visitado em Barretos de Alvinópolis	207
Figura 84 - Segunda ponte amostrada em Barretos de Alvinópolis.....	208
Figura 85 - Distrito de Fonseca e sua hidrografia.....	208
Figura 86 - Primeira ponte amostrada em Fonseca	209
Figura 87 - Segunda ponte visitada em Fonseca	209
Figura 88 - Vista da única ponte do distrito de Major Ezequiel.....	210
Figura 89 - Primeira ponte visitada em Dias.....	211
Figura 90 - Detalhe da segunda ponte amostrada	211
Figura 91 - Primeira ponte amostrada próxima à comunidade de Gravatá	212
Figura 92 - Segunda ponte de acesso à Gravatá	213
Figura 93 - Croqui dos fluxos da drenagem da sede municipal de Alvinópolis.....	215
Figura 94 - Croqui do fluxo da drenagem de Barretos de Alvinópolis.....	216
Figura 95 - Croqui do fluxo da drenagem de Fonseca	216
Figura 96 - Croqui do fluxo da drenagem de Major Ezequiel.....	217
Figura 97 - Lançamento de esgoto nos corpos hídricos da sede municipal.	218
Figura 98 - Lançamento de esgoto domiciliar em corpo hídrico	219
Figura 99 - Pequenas erosões ligadas à falta de pavimentação	221
Figura 100 - Assoreamento nos corpos hídricos	222



Figura 101 - Histórico de inundações - Sede.....	229
Figura 102 - Histórico de inundações - Barretos de Alvinópolis	230
Figura 103 - Histórico de Inundações - Fonseca	230
Figura 104 - Áreas verdes e impermeáveis no perímetro urbano de Alvinópolis.....	233
Figura 105 - Aumento do pico em função da proporção de área impermeável e da canalização do sistema de drenagem	237
Figura 106 - Cesto de recicláveis	277
Figura 107 - Caçamba de recicláveis	278
Figura 108 - Aterro Sanitário do CPGRS em João Monlevade-MG.....	279
Figura 109 - Manutenção de jardins da praça central - Sede	280
Figura 110 - Serviços de varrição no distrito de Barretos.....	280
Figura 111 - Acondicionamento dos resíduos de saúde na UBS do distrito de Barretos.....	282
Figura 112 - Certificados de coleta e destruição térmica dos resíduos sólidos dos serviços de saúde.....	283
Figura 113 - Antigo lixão.....	285
Figura 114 - Lixão desativado	287
Figura 115 - Aspecto geral do lixão no distrito de Fonseca	287
Figura 116 - Lixão no distrito de Fonseca	287
Figura 117 - Critérios a serem adotados para escolha da localização da área	306
Figura 118 - Áreas sugeridas para instalação do aterro sanitário (com APPs)	309
Figura 119 - Áreas sugeridas para instalação do aterro sanitário (sem APPs)	310
Figura 120 - Estrutura geral de um ecoponto	356
Figura 121 - Relatório fotográfico da Audiência Pública do PMSB de Alvinópolis.....	363
Figura 122 - Lista de presença da Audiência Pública do PMSB de Alvinópolis – Página 01	364



Figura 123 - Lista de presença da Audiência Pública do PMSB de Alvinópolis – Página 02	365
Figura 124 - Lista de presença da Audiência Pública do PMSB de Alvinópolis – Página 03	366

Lista de Quadros

Quadro 1 - Matriz para a análise SWOT do sistema de Saneamento Básico Municipal de Alvinópolis considerando os 4 eixos ou setores.	31
Quadro 2 - Objetivos e metas do Sistema Geral	34
Quadro 3 - Orçamento e plano de execução das ações do Sistema de Saneamento Básico Municipal	37
Quadro 4 - Tarifas aplicáveis aos usuários pela COPASA	74
Quadro 5 - Informações e indicadores financeiros	75
Quadro 6 - Projeção da demanda futura para sede no cenário normativo	79
Quadro 7 - Projeção da demanda futura para Barretos de Alvinópolis no cenário normativo	80
Quadro 8 - Projeção da demanda futura para Fonseca no cenário normativo	81
Quadro 9 - Projeção da demanda futura para Major Ezequiel no cenário normativo	82
Quadro 10 - Balanço da oferta e demanda do SAA para sede no cenário normativo	83
Quadro 11 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Barretos de Alvinópolis no cenário normativo	84
Quadro 12 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Fonseca no cenário normativo	85
Quadro 13 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Major Ezequiel no cenário normativo	86



Quadro 14 - Vazões no manancial utilizado na sede	87
Quadro 15 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura da sede.....	87
Quadro 16 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para a sede.....	91
Quadro 17 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para a sede e a demanda futura.....	91
Quadro 18 - Vazões no manancial utilizado em Barretos de Alvinópolis.....	92
Quadro 19 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura para Barretos de Alvinópolis.....	93
Quadro 20 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para Barretos de Alvinópolis	95
Quadro 21 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para Barretos de Alvinópolis e a demanda futura	95
Quadro 22 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para Fonseca.....	98
Quadro 23 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para Fonseca e a demanda futura.....	99
Quadro 24 - Vazões no manancial utilizado em Major Ezequiel.....	100
Quadro 25 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura de Major Ezequiel.....	100
Quadro 26 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para Major Ezequiel.....	103
Quadro 27 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para Major Ezequiel e a demanda futura.....	104
Quadro 28 - Matriz SWOT do Sistema de Abastecimento de Água (SAA).....	108
Quadro 29 - Objetivos e metas do Sistema de Abastecimento de Água (SAA).....	110
Quadro 30 - Orçamento e plano de execução das ações do Sistema de Abastecimento de Água	113



Quadro 31 - Evolução da vazão de esgoto doméstico da sede.....	141
Quadro 32 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Barretos de Alvinópolis.....	142
Quadro 33 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Fonseca.....	143
Quadro 34 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Major Ezequiel.....	144
Quadro 35 - Evolução da contribuição de infiltração na sede	146
Quadro 36 - Evolução da contribuição de infiltração em Barretos de Alvinópolis.....	147
Quadro 37 - Evolução da contribuição de infiltração em Fonseca.....	148
Quadro 38 - Evolução da contribuição de infiltração em Major Ezequiel.....	149
Quadro 39 - Evolução da vazão sanitária da sede	150
Quadro 40 - Evolução da vazão sanitária de Barretos de Alvinópolis	151
Quadro 41 - Evolução da vazão sanitária de Fonseca	152
Quadro 42 - Evolução da vazão sanitária de Major Ezequiel	153
Quadro 43 - Evolução da carga e concentração de DBO da sede	154
Quadro 44 - Evolução da carga e concentração de DBO de Barretos de Alvinópolis	155
Quadro 45 - Evolução da carga e concentração de DBO de Fonseca	156
Quadro 46 - Evolução da carga e concentração de DBO de Major Ezequiel	157
Quadro 47 - Evolução da carga e concentração de coliformes termotolerantes da sede.....	158
Quadro 48 - Evolução da carga e concentração de coliformes termotolerantes de Barretos de Alvinópolis.....	159
Quadro 49 - Evolução da carga e concentração de coliformes termotolerantes de Fonseca.....	160
Quadro 50 - Evolução da carga e concentração de coliformes termotolerantes de Major Ezequiel.....	161
Quadro 51 - Matriz SWOT do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)	167



Quadro 52 - Objetivos e metas do Setor de Esgotamento Sanitário (SES).....	169
Quadro 53 - Orçamento e plano de execução das ações do Sistema de Esgotamento Sanitário	171
Quadro 54 - Causas e efeitos associados à urbanização de bacias de drenagem	185
Quadro 55 - Pontes amostradas na sede municipal de Alvinópolis.....	201
Quadro 56 - Morbidades hospitalares por falta de drenagem adequada.....	235
Quadro 57 - Medidas para prevenção, controle, mitigação e/ou recuperação que podem ser usadas para áreas degradadas por processos erosivos.	240
Quadro 58 - Esquema das diferentes técnicas compensatórias estruturais.....	244
Quadro 59 - Matriz SWOT do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais	247
Quadro 60- Objetivos e metas do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais	249
Quadro 61 - Orçamento e plano de execução das ações do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais.....	252
Quadro 62 - Procedimentos de inspeção para as estruturas do sistema de drenagem	268
Quadro 63 - Procedimentos de limpeza para as estruturas do sistema de drenagem	269
Quadro 64 - Procedimentos de manutenção para as estruturas do sistema de drenagem	269
Quadro 65 - Empresas cadastradas no município de Alvinópolis.....	282
Quadro 66 - Estimativa da geração de resíduos sólidos em Alvinópolis	291
Quadro 67 - Indicadores do serviço de manejo de resíduos sólidos para o município	296
Quadro 68 - Indicadores do serviço de manejo de resíduos sólidos de Alvinópolis entre os anos de 2012 e 2014	297



Quadro 69 - Projeção da geração de resíduos.....	298
Quadro 70 - Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil em 2008.	299
Quadro 71 - Metas para redução de resíduos secos recicláveis enviados à disposição final.....	300
Quadro 72 - Metas para redução de resíduos orgânicos enviados à disposição final.....	301
Quadro 73 - Cenário projetado para os rejeitos enviados à disposição final.....	302
Quadro 74 - Área necessária para aterro	307
Quadro 75 - Projeção de geração de RCD de Alvinópolis.....	312
Quadro 76 - Matriz SWOT do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.....	318
Quadro 77 - Objetivos e metas do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.....	320
Quadro 78 - Orçamento e plano de execução das ações do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	324
Quadro 79 - Ações de monitoramento.....	358

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Características das sub-bacias analisadas	225
Tabela 2 - Simulação hidrológica dos pontos estudados.	226
Tabela 3 - Estudo hidráulico do canal nos pontos estudados.....	227
Tabela 4 - Resultado da verificação hidráulica dos pontos críticos de drenagem urbana de Alvinópolis	228



Tabela 5 - Índices de áreas verdes e áreas permeáveis para o município de Alvinópolis	232
Tabela 6 - Sistema de informações hidrológicas - estações localizadas no município de Alvinópolis	235
Tabela 7 - Quantidade mensal e anual de resíduos sólidos urbanos dispostos no aterro sanitário (2014)	290
Tabela 8 - Quantidade mensal de resíduos sólidos urbanos dispostos no aterro sanitário (2015).....	291
Tabela 9 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos de Itueta-MG.....	292
Tabela 10 - Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil em 2008	292
Tabela 11 - Quantidades parciais estimadas dos resíduos gerados em Alvinópolis ...	293
Tabela 12 - Planilha de despesas com a disposição de resíduos sólidos urbanos no aterro sanitário (2014)	295
Tabela 13 - Planilha de despesas com a disposição de resíduos sólidos urbanos no aterro sanitário (2015)	295

Anexos

Anexo 1 - Análises de qualidade das águas fornecidas pela COPASA.....	386
---	-----



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 presente Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Alvinópolis 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 à sede e aos 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 Alvinópolis
- 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.

O Quadro 1 representa a matriz SWOT configurada para o sistema municipal de saneamento básico de Alvinópolis, 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 Alvinópolis considerando os 4 eixos ou setores.

	FORÇAS	ITENS DE REFLEXÃO	FRAQUEZAS
Ambiente Interno	<p>2. Sistema de Informações - COPASA possui um Sistema de Informações Operacionais (SIOP).</p> <p>5. Controle e mobilização social - Projeto Curumim, realizado pela Secretaria de Ação Social.</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>1. Perfil institucional e articulação entre os eixos do Saneamento Básico - Os quatro eixos do Saneamento Básico não são articulados por uma única Secretaria. - No que tange ao arranjo institucional atual, não está estabelecida no município a gestão integrada necessária para garantir a universalidade dos serviços de saneamento básico.</p> <p>2. Sistema de Informações - Faltam procedimentos sistemáticos para a coleta de dados de todos os sistemas de saneamento básico. - Não há registros dos parâmetros necessários para alimentar os indicadores de eficiência operacionais e gerenciais dos serviços prestados.</p> <p>3. Legislação e normatização dos setores / Desempenho ambiental dos setores - Ausência de normas locais para adequar procedimentos dos usuários dos serviços de saneamento básico. - Ausência de fiscalização para garantir o cumprimento de leis e normas.</p> <p>4. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos Hídricos - Ausência de parâmetros para nortear o uso e a ocupação do solo que afeta a impermeabilização de terras dentro do perímetro urbano. - Malha urbana da sede extensa, dificultando distribuição de água.</p> <p>5. Controle e mobilização social - Faltam canais para que os usuários dos serviços de Saneamento Básico exerçam o controle social.</p>
	OPORTUNIDADES	<p>4. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos Hídricos</p> <p>5. Controle e mobilização social</p>	AMEAÇAS
Ambiente Externo	<p>5. Controle e mobilização social - Existência do Conselho Municipal de Meio Ambiente</p>		<p>1. Perfil institucional: - A ausência de fiscalização para controlar o cumprimento da legislação que incide sobre o setor do saneamento e meio ambiente, principalmente nos âmbitos estadual e federal, afeta o bom desenvolvimento do sistema de saneamento básico municipal. - Dificuldade na obtenção de recursos financeiros. - Burocracia nos processos licitatórios.</p> <p>3. Legislação e normatização dos setores / Desempenho ambiental dos setores - Falta de fiscalização por parte dos órgãos competentes estaduais (FEAM, IGAM) em relação às exigências ambientais e interferências em recursos hídricos.</p> <p>4. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos hídricos - Ainda ocorrem ocupações em áreas com processos erosivos acentuados no município.</p> <p>5. Controle e mobilização social - A população ainda encontra-se pouco mobilizada 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 estabelecer objetivos específicos visando a adequação do sistema.

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 estabelecer objetivos e metas com tal finalidade e empreender ações que possibilitem o alcance dos mesmos e que viabilizem avaliações de diversas naturezas sobre os serviços de saneamento básico (avaliações operacionais, gerenciais, financeiras, etc.).

Os objetivos, metas, programas e ações apresentados a seguir visam dotar o gestor central ou titular dos serviços de saneamento básico com mecanismos que possibilitem enxergar o funcionamento de cada eixo e, ao mesmo tempo, dos quatro componentes do saneamento básico municipal, visando sua gestão integrada.

São objetivos do Setor Geral do saneamento municipal:

- 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.**

No Quadro 2 são apresentadas as metas para cada objetivo proposto, de forma sistematizada, além dos prazos para cada meta.



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 Criar legalmente uma Secretaria / Departamento / Divisão ou atribuir a um setor já existente na Administração Pública Municipal a 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



Objetivo	Metas	Prazo
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.	Médio
	5.2 Estabelecer rotinas para a participação da sociedade na construção da política de saneamento básico municipal.	Médio
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\$ 1.671.000,00** (um milhão, seiscentos e setenta 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 3. 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 **s**etor, o **o**bjetivo e a **m**eta em que aquela determinada **a**ção 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			110.000,00	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: 192 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	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 Quantidade mínima de horas de dedicação: 18 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	30.000,00	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:2 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				120.000,00	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: 550 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			35.000,00	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: 70 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 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	470.000,00	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: 300 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			260.000,00	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: *165 horas/ano; **145 horas/ano; ***185 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 feedbacks dos serviços prestados, de maneira a verificar os pontos passíveis de melhorias.		X	X	X	130.000,00	C=SM*x n° entrevistadoresx17anos *SM: valor do salário mínimo nacional vigente pago uma vez ao ano N° de entrevistadores: 10 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	45.000,00	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: 30 horas/ano N° de eventos:4 eventos/ano

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

R\$ 1.671.000,00

*:Dependente de outras ações que possuem custos próprios estimados



1.2. Detalhamento de programas, projetos e ações

No município de Alvinópolis, apenas o abastecimento de água da sede é concedido para a COPASA. Os demais serviços de saneamento básico são prestados pela Secretaria de Obras. A gestão dos serviços está falha, com falta de estrutura e recursos para atender às demandas com eficácia e eficiência. Além disso, não há um espaço físico específico para gerenciar os assuntos relacionados ao saneamento básico dentro da administração municipal.

Nesse sentido, o prefeito, seus secretários e profissionais das áreas jurídica e financeira precisam se reunir para, juntos, avaliarem a possibilidade de se criar uma Secretaria ou Departamento Municipal de Saneamento Básico ou apenas uma Divisão de Saneamento Básico.

Essa Secretaria, Departamento ou Divisão teria como missão buscar a gestão integrada do sistema de saneamento básico tanto no que diz respeito à sua eficiência operacional quanto gerencial.

Após a escolha do formato legal do setor responsável pela gestão integrada do saneamento básico, haverá a necessidade de se pensar na estruturação física e funcional do mesmo, portanto de providenciar sala(s), equipamentos e recursos humanos com habilitação técnica e planejar o funcionamento desse setor de gestão através do estabelecimento de procedimentos técnicos.

Considera-se que o recurso humano mínimo para atender às demandas do setor seja:

- Um secretário/diretor, preferencialmente com formação de nível superior em área específica de meio ambiente ou sanitária.
- Um funcionário com formação de nível superior em área específica relacionada ao Meio Ambiente ou à Engenharia Sanitária.
- Dois funcionários com formação de nível técnico em área específica de meio ambiente ou gestão sanitária.
- Um funcionário com formação de nível técnico em Tecnologia da Informação (TI).

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 circunscrevem 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 Alvinópolis, nenhum dos serviços de saneamentos básicos é regulado 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 avaliarem 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.
- Criar a partir do CISAMAPI (Consórcio Intermunicipal de Saúde da Microrregião do Vale do Piranga); CIMVALPI (Consórcio Intermunicipal Multissetorial do Vale do Piranga), do qual o município já faz parte, uma agência reguladora intermunicipal.



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. Caracterização da cobertura e qualidade dos serviços

Conforme Relatório de Indicadores Básicos Gerenciais (IBG 08/2014 a 07/2015), na sede de Alvinópolis, a COPASA atende a 98,92% a da população urbana. Cerca de



150 habitantes não são servidos, sendo que cada pessoa consumiu em média 126,18L/hab.dia através de 3.612 ligações. 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.

A água fornecida está de acordo com a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, sendo que são realizados ensaios para obter os parâmetros de qualidade de água. As análises são realizadas de duas em duas horas diariamente, mensais, trimestrais e semestrais, que são encaminhadas a outros laboratórios. As análises fora dos padrões são refeitas e, constatados os problemas, são realizados procedimentos padrões, como por exemplo, aumentar a dosagem do coagulante. O Anexo 1 apresenta o relatório anual de qualidade de água que a COPASA elabora. Ressalta-se que nenhum desses procedimentos é realizado nos distritos e comunidades atendidas pela Prefeitura.

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.

O sistema da sede tem índice de perdas de água dentro da média do Brasil, chegando a 24,73% de perdas físicas, ou seja, quase um quarto da água está se perdendo efetivamente pelas tubulações, reservatórios, etc. Esse fator ocorre principalmente devido à falta de manutenção do sistema, como substituição de tubulações e reservatórios antigos.

O município tem atendimento satisfatório na sede 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. Os distritos e povoados tem sistemas coletivos, mas são muito deficitários quanto à quantidade e qualidade, já que não provem de sistemas de tratamento. 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.

2.1.2. Situação atual do sistema

O sistema de abastecimento da sede inicia-se com a captação de 30L/s em um barramento do ribeirão Canjica (Figura 1). A captação está sendo feita por gravidade até a ETA por uma adutora de DN 200 por 1,2km. Notou-se a ausência de isolamento e identificação da área de captação, podendo haver contaminações por animais e banhistas.





Figura 1 - Detalhamento da captação de água da sede



Fonte: SHS (2015)



A água aduzida até a ETA da COPASA passa por um tratamento do tipo convencional que trata, em média, uma vazão de 26L/s, funcionando 18h/dia.

	Coagulação:	É a aplicação de produtos como o Sulfato de Alumínio ou Cloreto Férrico, que têm como função básica 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.
	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.
	Decantação:	Nesta etapa, os flocos formados na etapa de floculação, acumulam-se no fundo dos tanques, pela ação da gravidade, separando-se da água.
	Filtração:	Para garantir ainda mais a sua qualidade, a água passa por filtros com o objetivo de reter os sólidos que tenha ficado durante as outras etapas de tratamento.
	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.

A lavagem do filtro é realizada a cada 30 horas, mas não há UTR (Unidade de Tratamento dos Resíduos) na ETA, sendo que o efluente advindo da lavagem dos filtros e limpeza do decantador é disposto no ribeirão Canjica, em ponto a jusante da captação.

Após tratamento, a água é conduzida à Estação Elevatória de Água Tratada, localizada na própria ETA (Figura 2). Duas bombas de 30cv, ligadas em paralelo, recalcam a água para dois reservatórios principais (Figura 3). Esses dois reservatórios estão em estado de conservação ruim, apresentando rachaduras e vazamentos.

Figura 2 - Estação elevatória de água tratada da ETA da sede



Fonte: SHS (2015)

Figura 3 - Reservatórios principais de água tratada



Fonte: SHS (2015)

No mesmo local dos reservatórios acima, encontra-se outra EEAT que recalca a água para mais três reservatórios dispersos pelas regiões mais elevadas. Os cinco reservatórios totalizam 548m³ de volume.

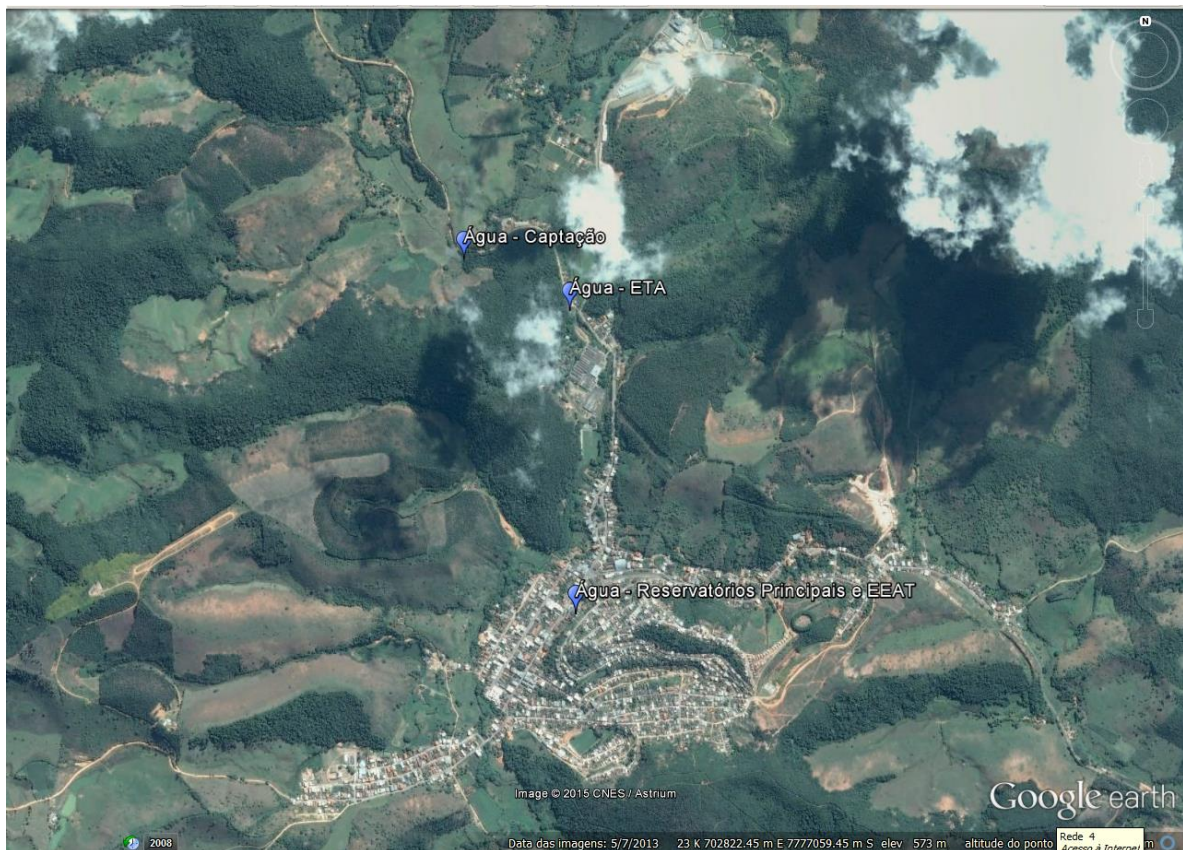


Por fim, a água armazenada é distribuída utilizando 23.871m de rede de distribuição, por gravidade.

Foi relatada a existência de tubulações antigas de ferro que são substituídas por novas de PVC conforme o rompimento das mesmas, ou seja, se há um chamado de problema na rede e é constatada rede antiga de ferro, ela é substituída por uma nova de PVC.

A Figura 4 apresenta a localização dos equipamentos do SAA descritos anteriormente.

Figura 4 - Imagem de satélite com a localização dos equipamentos do SAA da sede



Fonte: SHS (2015)

No sistema que atende à sede há medições da vazão nos dispositivos de macro e microdrenagem. A macromedição, que representa a água que chega e sai da ETA, foi 100% medida. A micromedição, que corresponde à contabilização do consumo das residências através dos hidrômetros, também foi 100% medida (IBG 08/2014 a 07/2015).

2.1.2.1. Major Ezequiel

A prefeitura é a responsável pelo SAA do distrito. A captação de água é feita em um barramento por bancos de areia do córrego Joana Coelha (Figura 5). O local está isolado de maneira satisfatória, mas não há identificação.

Figura 5 - Lagoa da captação de água de Major Ezequiel



Fonte: SHS (2015)

A princípio a água era encaminhada para uma caixa de areia (Figura 6) e seguia, por gravidade, através de uma adutora de DN100 e 900m de extensão até o reservatório. Esse procedimento não é mais realizado devido à insuficiência da vazão do sistema para atender o distrito, conforme relatou o operador.

Figura 6 - Caixa de areia do sistema de adução de Major Ezequiel



Fonte: SHS (2015)



O novo procedimento é encaminhar a água por um canal aberto (Figura 7) até um filtro constituído de camadas de carvão e brita (Figura 8) antes de seguir para o reservatório (Figura 9) de 12m³. Além desse reservatório principal, existe no distrito outros dois reservatórios com capacidade de 6 m³ cada.

Figura 7 - Canal de encaminhamento da água da barragem ao filtro



Fonte: SHS (2015)

Figura 8 - Filtro de carvão e brita de Major Ezequiel



Fonte: SHS (2015)

Figura 9 - Reservatório principal de água de Major Ezequiel



Fonte: SHS (2015)

Ambos os equipamentos do SAA, filtro e reservatórios, necessitam de manutenção, afinal há rachaduras e vazamentos aparentes. Além disso, o carvão e a brita do filtro não são trocados há anos, segundo o operador.

O operador relata ainda que a falta de água é o principal problema no distrito e que foi perfurado um poço artesiano (Figura 10), a fim de tentar resolver esse problema. Apesar disso, por falta de recursos, ainda não foi instalada a bomba para iniciar a captação.

Figura 10 - Poço perfurado de Major Ezequiel

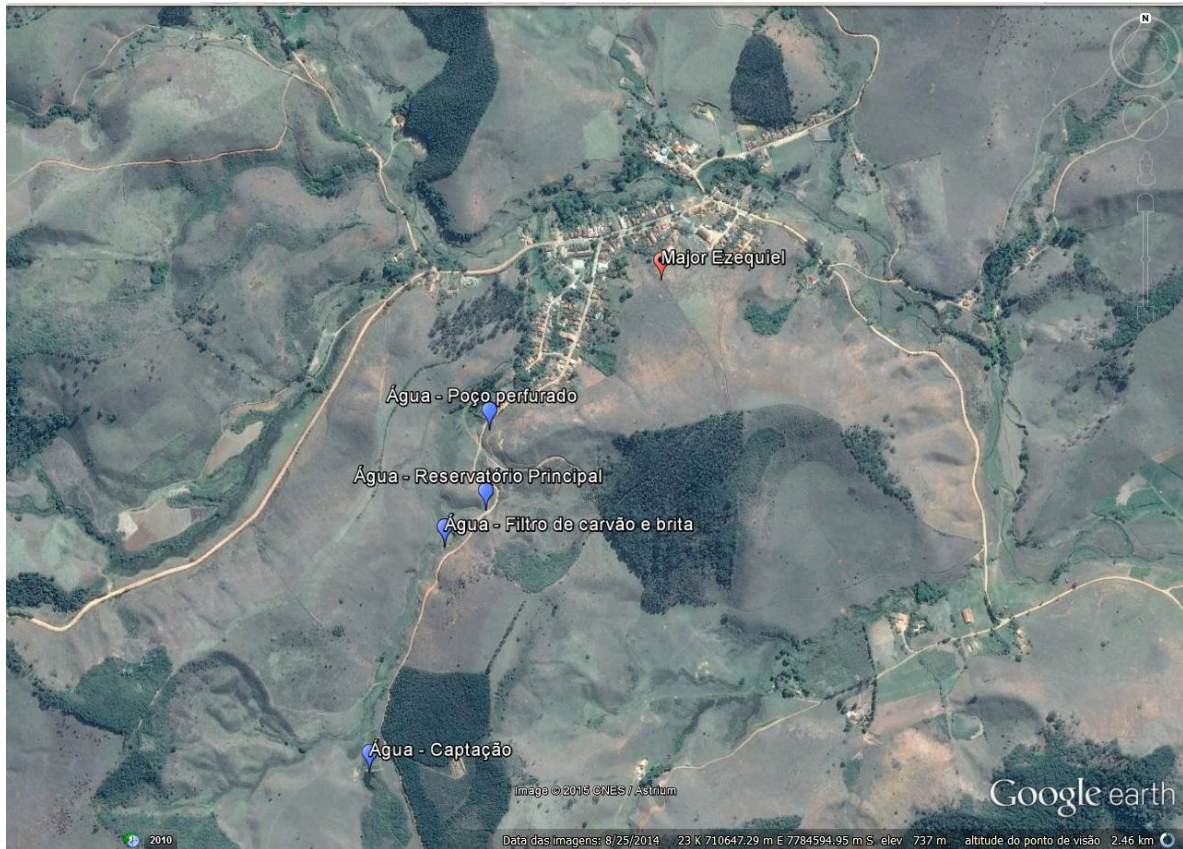


Fonte: SHS (2015)

A Figura 11 apresenta a localização dos equipamentos do SAA de Major Ezequiel.



Figura 11 - Imagem de satélite com a localização dos equipamentos do SAA de Major Ezequiel



Fonte: Adaptado do Google Earth (2015)

2.1.2.2. Barretos de Alvinópolis

O planejamento inicial para o distrito de Barretos de Alvinópolis era abastecê-lo com duas captações subterrâneas: o poço próximo à Unidade Básica de Saúde que atende a região “baixa” do município e outro que está perfurado e equipado (Figura 12), porém enfrenta problemas por falta de recursos para instalação e fornecimento de energia elétrica, conforme informações dadas pela Prefeitura Municipal.

A região “alta” do distrito é abastecida provisoriamente por uma captação superficial.

Da captação subterrânea da UBS (Figura 13) a água é encaminhada, através de tubulação DN50, a um reservatório de 5m³. Depois passa por cloração, realizada pelos próprios moradores, e é distribuída.

Figura 12 - Poço desativado de Barretos de Alvinópolis



Fonte: SHS (2015)

Figura 13 - Poço próximo à Unidade de Saúde de Barretos de Alvinópolis



Fonte: SHS (2015)

A captação superficial é realizada no córrego Peroba em ponto 800m a jusante de sua nascente, conforme Figura 14. Não há o devido isolamento e identificação, sendo que há relatos de presença de animais que podem estar contaminando tanto a nascente, quanto o local da captação.

Nesse local, parte do curso d'água é direcionado a uma caixa de concreto, onde percebe-se a falta de limpeza e manutenção (Figura 15), apresentando depósito de areia no fundo e vegetação nas paredes.



Figura 14 - Captação do córrego Peroba



Fonte: SHS (2015)

Figura 15 - Caixa de concreto utilizada para captação de Barretos de Alvinópolis



Fonte: SHS (2015)

Desse local, a água é encaminhada através de uma tubulação DN100, por gravidade e por cerca de 1km, a uma caixa de areia instalada no ano de 2008 (Figura 16). Essa caixa de areia tem cinco compartimentos:

- 1º compartimento: a água entra pela parte de cima da caixa (tubulação DN100) e sai também pela parte de cima do lado oposto;
- 2º compartimento: a água entra pela parte de cima da caixa e sai pelo fundo;
- 3º compartimento: a água entra pelo fundo do tanque e sai por cima, em uma extremidade e também por cima na extremidade oposta (na diagonal);
- 4º compartimento: a água entra pela parte de cima e sai por cima;
- 5º compartimento: a água entra pela parte de cima e tem saída canalizada que encaminha a água para a distribuição aos distritos.

Figura 16 - Detalhes da caixa de areia



Fonte: SHS (2015)



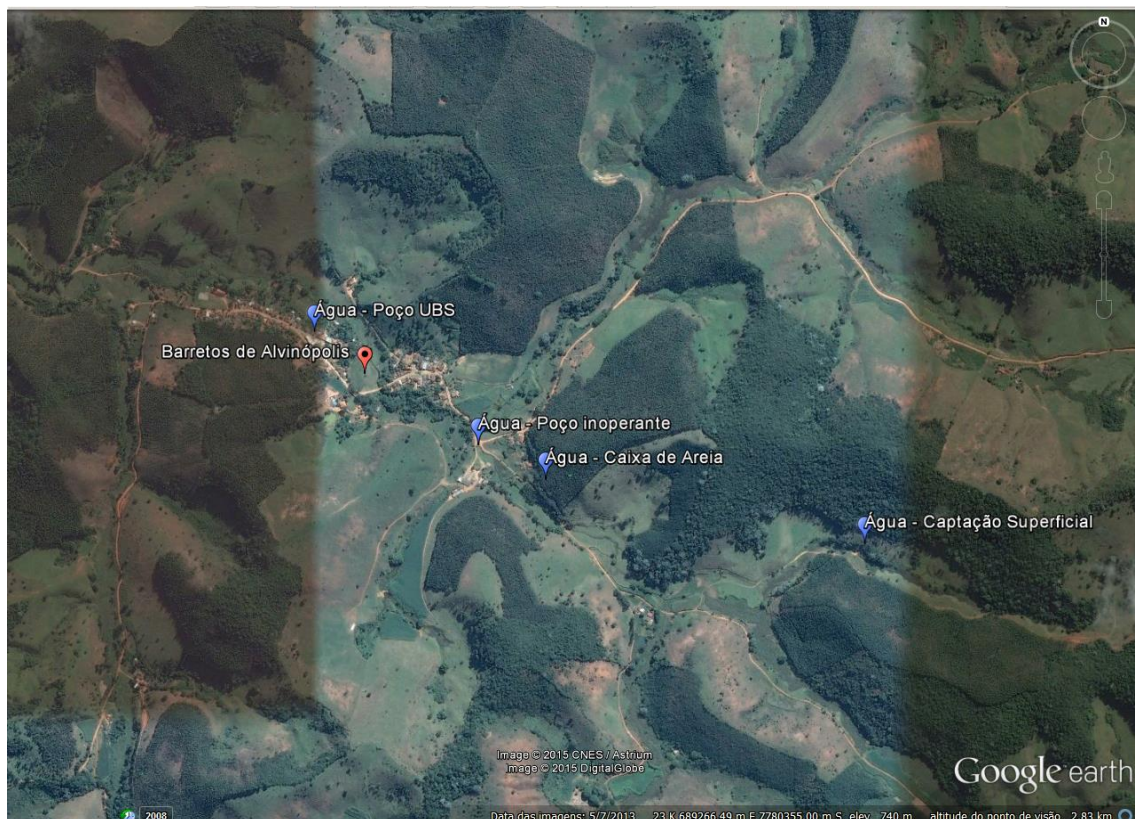
A limpeza dessa caixa é realizada normalmente a cada dois meses pelos mesmos responsáveis pela varrição do distrito. O abastecimento é interrompido durante a limpeza e o efluente da lavagem é lançado no córrego do Cedro.

A água proveniente da captação superficial é encaminhada para abastecimento das casas da parte de cima do distrito. Ela é considerada de baixa qualidade, havendo inclusive relatos de que águas turvas saem das torneiras de algumas residências. Quando há falta de energia elétrica no distrito, toda a área é abastecida por essa captação superficial.

Segundo a enfermeira chefe do posto de saúde, a incidência de doenças de veiculação hídrica é maior na parte mais alta do distrito, o que é atribuído à má qualidade desse abastecimento, dentre outros fatores. Ela ainda reiterou que “a água é a maior prioridade de Barretos”.

A Figura 17 apresenta a localização dos equipamentos do SAA de Barretos de Alvinópolis descritos anteriormente.

Figura 17 - Imagem de satélite com a localização dos equipamentos do SAA de Barretos de Alvinópolis



Fonte: Adaptado do Google Earth (2015)



2.1.2.3. Fonseca

O sistema desse distrito é constituído de quatro captações superficiais e uma captação subterrânea. A primeira é realizada em uma lagoa (Figura 18) a cerca de 5km de distância da área urbana do distrito. O local apresenta falta de isolamento e identificação e existem relatos de banhistas no local.

Figura 18 - Captação de água de Fonseca - Lagoa (Captação 01)



Fonte: SHS (2015)

As demais captações são interligadas, já que uma delas consiste em uma captação no córrego Togó - captação 2 (Figura 19) - cuja água é aduzida por uma tubulação de 25mm até um desvio por canal aberto do próprio córrego Togó (Figura 20) que leva à captação 3 (Figura 21) que encaminha a água através de tubulação de DN100 até outra captação de uma nascente represada - captação 4 (Figura 22), conforme exemplifica o fluxograma da Figura 23. Nas captações do córrego Togó, a água passa por gradeamento antes de entrar na tubulação. Em todas as captações foram detectados problemas quanto à identificação e isolamento das áreas de entorno.

Figura 19 - Captação de água de Fonseca - córrego Togó (Captação 02)



Fonte: SHS (2015)

Figura 20 - Chegada da água aduzida da Captação 02 até o canal desviado



Fonte: SHS (2015)

Figura 21 - Captação de água de Fonseca - córrego Togó (Captação 03)



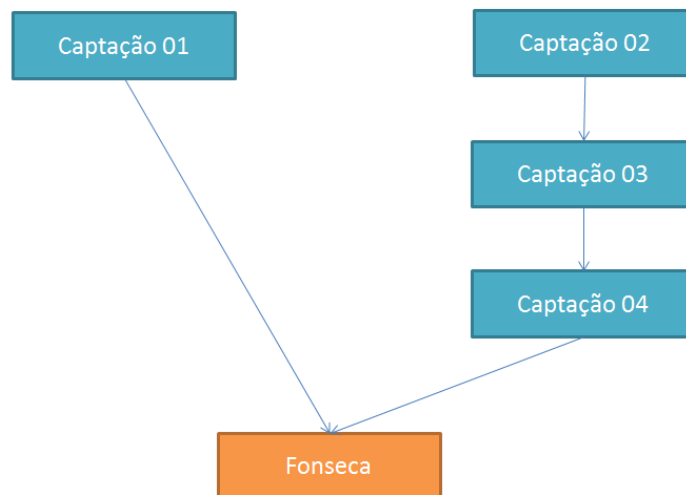
Fonte: SHS (2015)

Figura 22 - Captação de água de Fonseca - Nascente represada (Captação 04)



Fonte: SHS (2015)

Figura 23 - Fluxograma das captações superficiais



Fonte: SHS (2015)

A água captada da lagoa é distribuída diretamente sem reservatório, enquanto que nas demais captações superficiais, a água é armazenada em dois reservatórios de aproximadamente 50m³ cada (Figura 24). Esses reservatórios apresentam



vazamentos, necessitando de manutenção e limpeza. Além disso, é importante a limpeza do local e reforma no isolamento, com colocação de placa de identificação.

Figura 24 - Reservatório de água das captações superficiais de Fonseca



Fonte: SHS (2015)

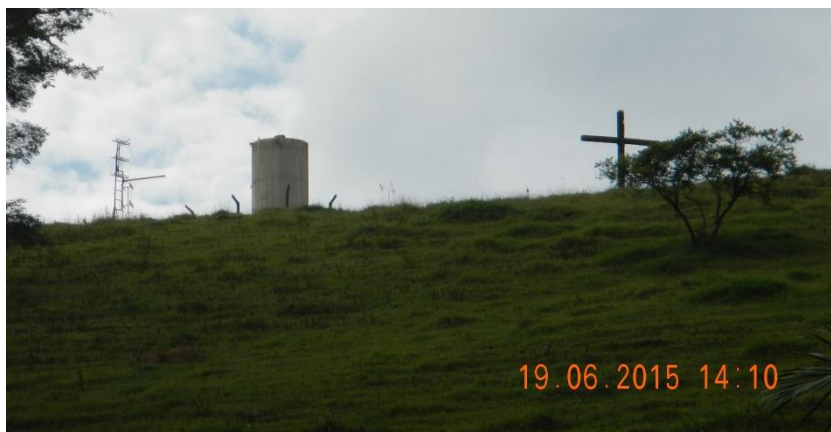
Além dessas captações superficiais, tem-se uma captação subterrânea (Figura 25) que fica dentro de uma propriedade. Assim como nas demais áreas de captação, percebe-se a necessidade de melhor isolamento e identificação, pois há animais na propriedade. A água desse poço é aduzida a um reservatório próprio de 50m³ (Figura 26).

Figura 25 - Captação subterrânea de Fonseca



Fonte: SHS (2015)

Figura 26 - Reservatório de água da captação subterrânea de Fonseca



Fonte: SHS (2015)

A água armazenada é distribuída por gravidade para a população. Os moradores da área mais alta e próxima dos reservatórios das captações superficiais reclamam de falta de água em alguns períodos do dia. Acredita-se que seja pela diminuição da altura d'água do reservatório, o que diminui a pressão para conseguir chegar a essas residências.

Além disso, a população abastecida pelas captações superficiais reclama que a qualidade de sua água é pior que a da água de residências abastecidas pelo poço. Em contrapartida, os funcionários responsáveis pelo serviço de água do distrito identificaram que há muito desperdício de água pelos usuários, devido à falta de manutenção da boia de nível da caixa d'água de diversas residências.



2.1.3. Soluções alternativas empregadas

A população da área urbana da sede e os distritos anteriormente descritos utilizam o sistema da COPASA ou o da prefeitura para se servir com água. Todavia, a população da área rural seja em distritos, povoados, vilas e propriedades isoladas se utilizam de outras fontes para ter esse recurso natural à disposição. A maioria das propriedades no município se abastece por poços rasos (poços caipiras) ou nascentes e, em sua maioria, sem tratamento algum.

Através do Programa Saúde da Família, é possível saber quais as comunidades rurais atendidas de Alvinópolis e o número de famílias que podem ser identificadas como domicílios:

- PSF Fonseca:
 - Ponte Grande - 09 famílias
 - Mumbaça - 13 famílias
 - Rio Abaixo - 16 famílias
 - Kintoa - 04 famílias
 - Rocinha - 05 famílias
 - Serra da Luzia - 33 famílias
 - Mata do paiol e Itapagi - 13 famílias
 - Emical - 08 famílias
- PSF Valdir Alves Pinto (Policlínica)
 - Dias - 52 famílias
 - Morro agudo - 14 famílias
 - Mutuca - 2 famílias
 - Quati - 10 famílias
 - Quenta-sol - 16 famílias
 - Grijó - 8 famílias
 - Gonçalo - 26 famílias
 - Canjica - 12 famílias
 - Andaime - 2 famílias
- PSF Souza
 - Moreira, Teixeiras, Cordeiro e Engenho - 98 famílias



- Contendas, Mostarda, Abreus, Cachoeira, Capitão, Guilhermino, Coelhos, Lagoa Seca, Bem Fica, Pedras, Cabral, Inveja - 137 famílias
- Toledo, Machado e Cata Preta - 85 famílias
- Taveras, cristal, Gravatá, Fazenda Velha, Quebra Cuia, Canguso, Marianica - 75 famílias
- PSF Parte Alta
 - Padre Bosco, Terras de Padre Bosco, Cachoeira de Padre Bosco, Barra do Esse, Ponte Alta, benta Silva, Carambola, Mato Virgem, Quimboto, Sapé - 108 famílias
 - Limoeiro, Povo Miúdo, Ressaca, sertão e Fundão - 61 famílias
- PSF Major e Barretos
 - Gameleira, Moendas, Palmital, Lages, Pinheiro, Juá, Columim, Seminário, Tanque - 30 famílias
 - Vargem, Pedra, Terras, Contendas de São José, Mostarda, Mata Mata, Moraes, Maquiné, Perobas, Turvo, Baixada, Chacrinha - 106 famílias
 - Barretos, Piteiras, Tijuco, Zamparina, Chambá, Carvalho, Quebra Cuia, Rita, Morro do saco, Bota Fogo - 146 famílias.

A partir disso, seria interessante realizar um levantamento de cada domicílio com relação à solução com abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de água pluvial e manejo de resíduos sólidos, para identificar os problemas mais isolados e buscar melhores soluções.

Em algumas comunidades mais aglomeradas realizou-se visita específica, já que os sistemas, em sua maioria, eram compartilhados.

2.1.3.1. Dias

Dias é uma comunidade com cerca de 60 casas cujo abastecimento de água é individualizado por minas d'água. Segundo moradores, apesar de haver um poço artesiano no local para abastecer a população, o mesmo está inoperante. Não se sabe se a obra foi executada corretamente.

2.1.3.2. Gravatá

A comunidade rural de Gravatá encontra-se a 6,7 km de distância da sede do município e utiliza um poço artesiano (Figura 27) e um reservatório de 5m³ (Figura 28)



para atender a aproximadamente 30 moradias sem tratamento. Ambos os equipamentos do sistema não tem o devido isolamento, nem identificação.

Figura 27 - Captação subterrânea de Gravatá



Fonte: SHS (2015)

Figura 28 - Reservatório de água da captação subterrânea de Gravatá



Fonte: SHS (2015)

2.1.3.3. Sertão

Aproximadamente 10 casas formam a comunidade de Sertão, que fica a 5 km de distância da sede do município. Para o abastecimento de água, utilizam-se captações em nascentes próximas ou retirada em poço, mas sem tratamento algum. Há reservatório.

2.1.3.4. Terras

A comunidade Terras fica próxima ao distrito de Barretos de Alvinópolis e tem cerca de 40 moradias que utilizam uma captação em mina d'água (Figura 29) com



gradeamento de aproximadamente 1cm para retenção de sólidos. Dali a água é aduzida até um pequeno reservatório de concreto (Figura 30) que depois de cheio encaminha a água até o reservatório principal de 5m³ (Figura 31) para atender a aproximadamente 20 moradias sem tratamento. Ambos os equipamentos do sistema não têm o devido isolamento, nem identificação.

Figura 29 - Captação superficial de Terras



Fonte: SHS (2015)

Figura 30 - Reservatório menor de água da captação superficial de Terras



Fonte: SHS (2015)

Figura 31 - Reservatório principal de água da captação superficial de Terras



Fonte: SHS (2015)

Ressalta-se que há conflito de uso da água, pois no primeiro reservatório há uma ligação de uma propriedade particular, cujo proprietário não se pronunciou sobre o uso dessa água, mas a população indicou que seria para irrigação. O conflito se dá porque a população está sofrendo com a falta de água, já que o primeiro reservatório não atinge o nível para iniciar a reservação do principal. Sendo assim, a população gostaria que se fechasse o registro da ligação particular para que se consiga encher o reservatório principal e depois se refaça a ligação no reservatório principal, ou que a adutora chegue inicialmente no reservatório principal para, só depois de atingir o nível ideal, encher o reservatório menor, que poderia ser exclusivo do proprietário.

2.1.4. Análise de mananciais

O município de Alvinópolis está bem localizado quanto a manancial superficial, principalmente por ter o rio Piracicaba em seus domínios. A sede faz uso das águas de um barramento do ribeirão Canjica, algo importante, pois há regulação da vazão e tem-se acúmulo de água que pode ser utilizado nos períodos de seca. O único possível conflito é com outros usos da água, já que o barramento foi elaborado para geração de energia.

O ribeirão Canjica quando passa no município é considerado de classe 2, ou seja, com qualidade significativa para o consumo humano após tratamento



convencional, conforme estabelecido pela CONAMA 357/05. Tanto os mananciais utilizados para captação da sede quanto dos distritos não têm pontos de monitoramento de qualidade de água do IGAM.

Não há estudo das vazões dos principais mananciais de captação dentro do município para que se possa avaliar a disponibilidade de água frente à demanda da população. Esses mananciais são o ribeirão Canjica, o córrego Joana Coelha, o córrego Peroba e o córrego Togó. Portanto, faz-se necessária a realização de um estudo das vazões e das bacias de contribuição desses mananciais.

Com relação ao estado de conservação da vegetação no entorno das áreas das captações de água e nas bacias de contribuição, são áreas tipicamente de pastagens e com pouca conservação da mata ciliar, havendo grande potencial de recuperação da bacia. Uma exceção ao estado de degradação é a bacia de contribuição do córrego Togó que se encontra mais preservada. Há nela também uma parcela ocupada por reflorestamento de eucalipto.

Além do rio Piracicaba e do ribeirão Canjica, o município conta com ribeirões e córregos importantes que passam próximo aos distritos, comunidades rurais, vilas e povoados que são ou podem servir como fonte para abastecimento de água para a população dessas comunidades. São eles: córrego das Galinhas, córrego do Aracá, córrego Mutuca, córrego São José, córrego Dumbar, ribeirão do Turvo, córrego Criciúma, córrego Moreira, córrego do Toco, córrego do Cata Preta, córrego Toledo, córrego Contendas, córrego Morro Agudo, córrego Lajinha, córrego Buracão, córrego Miguel Dias e rio do Peixe. Tal recurso hídrico deve ser analisado quanto a sua quantidade e qualidade, para aferir a continuação ou possibilidade de uso para o abastecimento das comunidades próximas.

2.1.5. Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores

2.1.5.1. 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, Alvinópolis apresentou o valor de 74,91%. Como o índice



para a área urbana é de aproximadamente 100%, nota-se que há uma deficiência significativa no abastecimento de água na área rural. Com o intuito de universalizar o serviço, o ideal é que esse indicador atinja o valor de 100%.

2.1.5.2. 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 Alvinópolis irá conceber um indicador específico para tal.

2.1.5.3. 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.

Segundo dados do SNIS, em 2012, 1584 economias foram atingidas por paralisação, número considerado muito alto com relação ao que é esperado para esse indicador. Como o PMSB tem por objetivo o atendimento de forma ininterrupta, o mesmo deverá tender a 0 economia atingida por paralisação, em até 20 anos.

2.1.5.4. Duração média das paralisações

Este indicador, que mede quanto durou cada paralisação (em média), auxiliará no monitoramento da agilidade e eficiência do atendimento. Para Alvinópolis, em 2013, a duração média das paralisações foi de 6,86 horas.

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.

2.1.5.5. 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.

Como não existem dados para esse indicador, torna-se impossível a realização de análise, no entanto, o ideal é que o valor seja o mais próximo possível de 0%.

2.1.5.6. 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.

As análises realizadas em 2014 apresentaram o valor de 0,25% na incidência das análises de turbidez fora do padrão, pouco acima do ideal, que é 0%. Caso esteja fora do padrão, pode-se fazer a correção aumentando-se a dosagem de coagulante na ETA.



2.1.5.7. 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.

No ano de 2014, o índice de perdas na distribuição foi de 25,96%. Apesar desse indicador estar abaixo da média estadual, que é de 33,7%, nota-se que o sistema provavelmente necessita de manutenções e otimizações, para que se consiga atingir valores mais próximos possíveis de 0%.

2.1.5.8. 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 apresentados no SNIS, em 2014, o consumo médio de água da população de Alvinópolis foi de 101,22 L/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.

2.1.5.9. Indicadores econômico-financeiros

O Quadro 4 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. Considera-se:

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



Quadro 4 - Tarifas aplicáveis aos usuários pela COPASA

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

Fonte: Resolução ARSAE-MG 64/2015

O Quadro 5 apresenta algumas informações e indicadores financeiros para o município de Alvinópolis em 2013.



Quadro 5 - Informações e indicadores financeiros

FN002 - Receita operacional direta de água [R\$/ano]	R\$ 1.301.805,43 / ano
FN006 - Arrecadação total [R\$/ano]	R\$ 1.221.124,68 / ano
IN005 - Tarifa média de água [R\$/m ³]	R\$ 2,83 / 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]	13
FN037 - Despesas totais com o serviço da dívida [R\$/ano]	R\$ 236.660,95 / ano
IN003 - Despesa total com os serviços por m ³ faturado [R\$/m ³]	R\$ 3,13 / m ³
IN012 - Indicador de desempenho financeiro [percentual]	90,25%
IN035 - Participação da despesa com pessoal próprio nas despesas de exploração [percentual]	62,3%
IN037 - Participação da despesa com energia elétrica nas despesas de exploração [percentual]	11,59%
IN040 - Participação da receita operacional direta de água na receita operacional total [percentual]	99%

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

2.1.5.10. 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. O valor cobrado em 2014 foi de R\$2,94 e, neste mesmo ano, a despesa total com esse serviço foi de 3,44R\$/m³. Portanto, conclui-se que não foi atingida a autossuficiência.

2.1.5.11. 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.

O valor apresentado para este indicador no ano 2014 foi de 85,62%, portanto, gasta-se mais do que se arrecada. 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 101,1L/hab.dia, o índice de perdas é igual a 23,48% e o índice de atendimento é de 99,7%.

Considerando-se que o consumo *per capita* de 101,1L/hab.dia está abaixo do consumo médio do país (166L/hab.dia) e que a tendência é que o município se desenvolva e que naturalmente o consumo de água *per capita* em Alvinópolis 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 este aumento, 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:

- Prazo imediato - Aumento do índice de atendimento pelo abastecimento público para 100% (3 anos);
- Curto prazo - Redução de 20% do valor inicial do índice de perdas (de 4 a 8 anos);
- Médio prazo - Redução de 40% do valor inicial do índice de perdas (de 9



a 12 anos);

- Longo prazo - Garantia do alcance do índice de perdas em 15% (de 13 a 20 anos).

Ressalta-se que o mínimo estabelecido para o índice de perdas é de 15%, pois é plausível conforme estabelecido nos seminários. Nesse sentido, quando o município já atinge este valor, as metas se modificam para manter esta taxa.

Com base nestes valores, foi calculada a evolução da demanda de água para o sistema que atende a sede e os distritos de Barretos de Alvinópolis, Fonseca e Major Ezequiel (Quadro 6 ao Quadro 9).



Quadro 6 - 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 urbana projetada (hab.)	Índice de atendimento (%)	População urbana projetada atendida (hab.)	Rede de distribuição projetada (km)	Demanda de água (m³/dia)	Demanda de água máxima diária (m³)	Reservação (m³)
2015	101	23	132	8.596	99,7	8.570	17,52	1132,32	1358,78	452,93
2016	103	23	134	8.638	99,8	8.621	17,61	1156,35	1387,62	462,54
2017	106	22	136	8.664	99,9	8.655	17,66	1178,17	1413,80	471,27
2018	108	22	138	8.701	100	8.701	17,74	1201,38	1441,66	480,55
2019	110	21	140	8.730	100	8.730	17,80	1222,19	1466,63	488,88
2020	113	21	142	8.755	100	8.755	17,85	1242,29	1490,75	496,92
2021	115	20	144	8.778	100	8.778	17,89	1261,96	1514,35	504,78
2022	117	19	146	8.812	100	8.812	17,96	1283,07	1539,69	513,23
2023	120	19	147	8.836	100	8.836	18,01	1302,60	1563,12	521,04
2024	122	18	149	8.862	100	8.862	18,07	1316,51	1579,81	526,60
2025	124	17	150	8.884	100	8.884	18,11	1329,65	1595,58	531,86
2026	127	16	151	8.897	100	8.897	18,14	1341,25	1609,50	536,50
2027	129	15	152	8.917	100	8.917	18,18	1353,74	1624,48	541,49
2028	131	15	155	8.924	100	8.924	18,19	1379,25	1655,09	551,70
2029	134	15	157	8.934	100	8.934	18,21	1405,27	1686,32	562,11
2030	136	15	160	8.934	100	8.934	18,21	1429,74	1715,69	571,90
2031	138	15	163	8.933	100	8.933	18,21	1454,05	1744,86	581,62
2032	141	15	166	8.931	100	8.931	18,21	1478,19	1773,83	591,28
2033	143	15	168	8.926	100	8.926	18,21	1501,82	1802,18	600,73
2034	145	15	171	8.916	100	8.916	18,21	1524,56	1829,47	609,82
2035	148	15	174	8.904	100	8.904	18,21	1546,90	1856,28	618,76
2036	150	15	176	8.882	100	8.882	18,21	1567,41	1880,89	626,96

Fonte: SHS (2015)



Quadro 7 - Projeção da demanda futura para Barretos de Alvinópolis no cenário normativo

Ano	Consumo per capita (L/hab.dia)	Perdas (%)	Demanda per capita (L/hab.dia) (com perdas)	População urbana projetada (hab.)	Índice de atendimento (%)	População urbana projetada atendida (hab.)	Rede de distribuição projetada (km)	Demanda de água (m³/dia)	Demanda de água máxima diária (m³)	Reservação (m³)
2015	101	23	132	260	99,7	259	0,53	34,25	41,10	13,70
2016	103	23	134	262	99,8	261	0,53	35,07	42,09	14,03
2017	106	22	136	259	99,9	259	0,53	35,22	42,26	14,09
2018	108	22	138	256	100	256	0,53	35,35	42,42	14,14
2019	110	21	140	250	100	250	0,53	35,00	42,00	14,00
2020	113	21	142	247	100	247	0,53	35,05	42,06	14,02
2021	115	20	144	246	100	246	0,53	35,37	42,44	14,15
2022	117	19	146	243	100	243	0,53	35,38	42,46	14,15
2023	120	19	147	240	100	240	0,53	35,38	42,46	14,15
2024	122	18	149	243	100	243	0,53	36,10	43,32	14,44
2025	124	17	150	244	100	244	0,53	36,52	43,82	14,61
2026	127	16	151	245	100	245	0,53	36,93	44,32	14,77
2027	129	15	152	243	100	243	0,53	36,89	44,27	14,76
2028	131	15	155	239	100	239	0,53	36,94	44,33	14,78
2029	134	15	157	235	100	235	0,53	36,96	44,36	14,79
2030	136	15	160	235	100	235	0,53	37,61	45,13	15,04
2031	138	15	163	234	100	234	0,53	38,09	45,71	15,24
2032	141	15	166	233	100	233	0,53	38,56	46,28	15,43
2033	143	15	168	233	100	233	0,53	39,20	47,04	15,68
2034	145	15	171	233	100	233	0,53	39,84	47,81	15,94
2035	148	15	174	233	100	233	0,53	40,48	48,58	16,19
2036	150	15	176	231	100	231	0,53	40,76	48,92	16,31

Fonte: SHS (2015)



Quadro 8 - Projeção da demanda futura para Fonseca no cenário normativo

Ano	Consumo per capita (L/hab.dia)	Perdas (%)	Demanda per capita (L/hab.dia) (com perdas)	População urbana projetada (hab.)	Índice de atendimento (%)	População urbana projetada atendida (hab.)	Rede de distribuição projetada (km)	Demanda de água (m³/dia)	Demanda de água máxima diária (m³)	Reservação (m³)
2015	101	23	132	2.387	99,7	2.380	4,87	314,43	377,32	125,77
2016	103	23	134	2.380	99,8	2.375	4,85	318,61	382,33	127,44
2017	106	22	136	2.396	99,9	2.394	4,88	325,82	390,98	130,33
2018	108	22	138	2.395	100	2.395	4,88	330,69	396,82	132,27
2019	110	21	140	2.400	100	2.400	4,89	336,00	403,20	134,40
2020	113	21	142	2.399	100	2.399	4,89	340,41	408,49	136,16
2021	115	20	144	2.396	100	2.396	4,88	344,46	413,35	137,78
2022	117	19	146	2.402	100	2.402	4,90	349,74	419,69	139,90
2023	120	19	147	2.405	100	2.405	4,90	354,54	425,45	141,82
2024	122	18	149	2.397	100	2.397	4,90	356,09	427,31	142,44
2025	124	17	150	2.394	100	2.394	4,90	358,30	429,96	143,32
2026	127	16	151	2.391	100	2.391	4,90	360,45	432,54	144,18
2027	129	15	152	2.394	100	2.394	4,90	363,45	436,13	145,38
2028	131	15	155	2.379	100	2.379	4,90	367,69	441,22	147,07
2029	134	15	157	2.381	100	2.381	4,90	374,52	449,42	149,81
2030	136	15	160	2.377	100	2.377	4,90	380,40	456,48	152,16
2031	138	15	163	2.371	100	2.371	4,90	385,94	463,12	154,37
2032	141	15	166	2.361	100	2.361	4,90	390,78	468,93	156,31
2033	143	15	168	2.355	100	2.355	4,90	396,23	475,48	158,49
2034	145	15	171	2.356	100	2.356	4,90	402,86	483,43	161,14
2035	148	15	174	2.356	100	2.356	4,90	409,31	491,17	163,72
2036	150	15	176	2.334	100	2.334	4,90	411,88	494,26	164,75

Fonte: SHS (2015)



Quadro 9 - Projeção da demanda futura para Major Ezequiel no cenário normativo

Ano	Consumo per capita (L/hab.dia)	Perdas (%)	Demanda per capita (L/hab.dia) (com perdas)	População urbana projetada (hab.)	Índice de atendimento (%)	População urbana projetada atendida (hab.)	Rede de distribuição projetada (km)	Demanda de água (m³/dia)	Demanda de água máxima diária (m³)	Reservação (m³)
2015	101	23	132	483	99,7	482	0,98	63,62	76,35	25,45
2016	103	23	134	480	99,8	479	0,98	64,26	77,11	25,70
2017	106	22	136	476	99,9	476	0,98	64,73	77,67	25,89
2018	108	22	138	476	100	476	0,98	65,72	78,87	26,29
2019	110	21	140	474	100	474	0,98	66,36	79,63	26,54
2020	113	21	142	467	100	467	0,98	66,27	79,52	26,51
2021	115	20	144	467	100	467	0,98	67,14	80,57	26,86
2022	117	19	146	464	100	464	0,98	67,56	81,07	27,02
2023	120	19	147	458	100	458	0,98	67,52	81,02	27,01
2024	122	18	149	457	100	457	0,98	67,89	81,47	27,16
2025	124	17	150	450	100	450	0,98	67,35	80,82	26,94
2026	127	16	151	449	100	449	0,98	67,69	81,23	27,08
2027	129	15	152	446	100	446	0,98	67,71	81,25	27,08
2028	131	15	155	436	100	436	0,98	67,39	80,86	26,95
2029	134	15	157	436	100	436	0,98	68,58	82,30	27,43
2030	136	15	160	436	100	436	0,98	69,77	83,73	27,91
2031	138	15	163	432	100	432	0,98	70,32	84,38	28,13
2032	141	15	166	428	100	428	0,98	70,84	85,01	28,34
2033	143	15	168	429	100	429	0,98	72,18	86,62	28,87
2034	145	15	171	426	100	426	0,98	72,84	87,41	29,14
2035	148	15	174	422	100	422	0,98	73,31	87,98	29,33
2036	150	15	176	422	100	422	0,98	74,47	89,36	29,79

Fonte: SHS (2015)



Ainda segundo os dados fornecidos pela COPASA, a capacidade de tratamento da ETA utilizada na sede é de 26L/s. No caso dos distritos de Barretos de Alvinópolis, Fonseca e Major Ezequiel, onde não ocorre tratamento da água destinada ao abastecimento público, considerou-se como vazão de oferta, a vazão de demanda do ano de 2015, cujos valores são de 34,25m³/dia, 314,43m³/dia e 63,62m³/dia, respectivamente. Considerando-se que estas ofertas não se alterem até o 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 10 ao Quadro 13).

Quadro 10 - Balanço da oferta e demanda do SAA para sede no cenário normativo

Ano de Referência	População urbana atendida (hab.)	Demanda de água (m ³ /dia)	Oferta de água (m ³ /dia)	Saldo do balanço (m ³ /dia)
2015	8.570	1132,32	2246,40	1114,08
2016	8.621	1156,35	2246,40	1090,05
2017	8.655	1178,17	2246,40	1068,23
2018	8.701	1201,38	2246,40	1045,02
2019	8.730	1222,19	2246,40	1024,21
2020	8.755	1242,29	2246,40	1004,11
2021	8.778	1261,96	2246,40	984,44
2022	8.812	1283,07	2246,40	963,33
2023	8.836	1302,60	2246,40	943,80
2024	8.862	1316,51	2246,40	929,89
2025	8.884	1329,65	2246,40	916,75
2026	8.897	1341,25	2246,40	905,15
2027	8.917	1353,74	2246,40	892,66
2028	8.924	1379,25	2246,40	867,15
2029	8.934	1405,27	2246,40	841,13
2030	8.934	1429,74	2246,40	816,66
2031	8.933	1454,05	2246,40	792,35
2032	8.931	1478,19	2246,40	768,21
2033	8.926	1501,82	2246,40	744,58
2034	8.916	1524,56	2246,40	721,84
2035	8.904	1546,90	2246,40	699,50
2036	8.882	1567,41	2246,40	678,99

Fonte: SHS (2015)



Quadro 11 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Barretos de Alvinópolis no cenário normativo

Ano de Referência	População urbana atendida (hab.)	Demanda de água (m³/dia)	Oferta de água (m³/dia)	Saldo do balanço (m³/dia)
2015	259	34,25	34,25	0,00
2016	261	35,07	34,25	-0,82
2017	259	35,22	34,25	-0,97
2018	256	35,35	34,25	-1,10
2019	250	35,00	34,25	-0,75
2020	247	35,05	34,25	-0,80
2021	246	35,37	34,25	-1,12
2022	243	35,38	34,25	-1,13
2023	240	35,38	34,25	-1,13
2024	243	36,10	34,25	-1,85
2025	244	36,52	34,25	-2,27
2026	245	36,93	34,25	-2,69
2027	243	36,89	34,25	-2,64
2028	239	36,94	34,25	-2,69
2029	235	36,96	34,25	-2,72
2030	235	37,61	34,25	-3,36
2031	234	38,09	34,25	-3,84
2032	233	38,56	34,25	-4,32
2033	233	39,20	34,25	-4,95
2034	233	39,84	34,25	-5,59
2035	233	40,48	34,25	-6,23
2036	231	40,76	34,25	-6,52

Fonte: SHS (2015)



Quadro 12 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Fonseca no cenário normativo

Ano de Referência	População urbana atendida (hab.)	Demanda de água (m³/dia)	Oferta de água (m³/dia)	Saldo do balanço (m³/dia)
2015	2.380	314,43	314,43	0,00
2016	2.375	318,61	314,43	-4,18
2017	2.394	325,82	314,43	-11,39
2018	2.395	330,69	314,43	-16,26
2019	2.400	336,00	314,43	-21,57
2020	2.399	340,41	314,43	-25,98
2021	2.396	344,46	314,43	-30,03
2022	2.402	349,74	314,43	-35,31
2023	2.405	354,54	314,43	-40,12
2024	2.397	356,09	314,43	-41,66
2025	2.394	358,30	314,43	-43,87
2026	2.391	360,45	314,43	-46,02
2027	2.394	363,45	314,43	-49,02
2028	2.379	367,69	314,43	-53,26
2029	2.381	374,52	314,43	-60,09
2030	2.377	380,40	314,43	-65,97
2031	2.371	385,94	314,43	-71,51
2032	2.361	390,78	314,43	-76,35
2033	2.355	396,23	314,43	-81,80
2034	2.356	402,86	314,43	-88,43
2035	2.356	409,31	314,43	-94,88
2036	2.334	411,88	314,43	-97,45

Fonte: SHS (2015)



Quadro 13 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Major Ezequiel no cenário normativo

Ano de Referência	População urbana atendida (hab.)	Demanda de água (m ³ /dia)	Oferta de água (m ³ /dia)	Saldo do balanço (m ³ /dia)
2015	482	63,62	63,62	0,00
2016	479	64,26	63,62	-0,63
2017	476	64,73	63,62	-1,10
2018	476	65,72	63,62	-2,10
2019	474	66,36	63,62	-2,74
2020	467	66,27	63,62	-2,64
2021	467	67,14	63,62	-3,51
2022	464	67,56	63,62	-3,94
2023	458	67,52	63,62	-3,89
2024	457	67,89	63,62	-4,27
2025	450	67,35	63,62	-3,73
2026	449	67,69	63,62	-4,06
2027	446	67,71	63,62	-4,09
2028	436	67,39	63,62	-3,76
2029	436	68,58	63,62	-4,96
2030	436	69,77	63,62	-6,15
2031	432	70,32	63,62	-6,69
2032	428	70,84	63,62	-7,22
2033	429	72,18	63,62	-8,56
2034	426	72,84	63,62	-9,22
2035	422	73,31	63,62	-9,69
2036	422	74,47	63,62	-10,85

Fonte: SHS (2015)

Neste cenário, foi verificado saldo negativo entre a oferta e a demanda para os distritos. Sendo assim, caso sejam atingidas as metas mencionadas, seria necessária a



ampliação do sistema de abastecimento de água como um todo, a fim de se garantir o atendimento de toda a população urbana.

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 de água da sede é realizada no ribeirão Canjica. 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 rio, foi calculada a vazão $Q_{7,10}$, a qual se trata da 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 Secretária 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 garantido 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 14.

Quadro 14 - Vazões no manancial utilizado na sede

Manancial	$Q_{7,10}$ (L/s)	$Q_{outorgável}$ (L/s)	$Q_{captada}$ (L/s)
Ribeirão Canjica	130,8	65,4	30

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 a situação do SAA no futuro, foi realizado um balanço entre a vazão outorgável do manancial utilizados atualmente e a demanda futura de água (Quadro 15).

Quadro 15 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura da sede

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Ribeirão Canjica	
2015	65,4	13,1
2016	65,4	13,4
2017	65,4	13,6



Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Ribeirão Canjica	
2018	65,4	13,9
2019	65,4	14,1
2020	65,4	14,4
2021	65,4	14,6
2022	65,4	14,9
2023	65,4	15,1
2024	65,4	15,2
2025	65,4	15,4
2026	65,4	15,5
2027	65,4	15,7
2028	65,4	16,0
2029	65,4	16,3
2030	65,4	16,5
2031	65,4	16,8
2032	65,4	17,1
2033	65,4	17,4
2034	65,4	17,6
2035	65,4	17,9
2036	65,4	18,1

Fonte: SHS (2015)

Como pode ser verificado, a demanda de água aumenta ao longo do plano devido ao crescimento da população local aliado com o aumento do consumo de água, 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 Alvinópolis 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 41,5L/s. Sendo assim, pode-se verificar que não há indícios de que a vazão captada ultrapassará o valor da vazão outorgável.

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 ribeirão 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 e da tratada, 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 ao 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 da 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 do Timboro. A localização do ponto de captação sugerido é mostrada na Figura 32 e na Figura 33.

Figura 32 - Localização do antigo ponto de captação e o novo ponto proposto para a sede



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

Figura 33 - Visão panorâmica do local proposto para a sede



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)



O local mostrado nas figuras fica a cerca de 1,5km de distância da ETA e da captação do córrego da Canjica. Assim, será preciso verificar a possibilidade de adução de 1,5km até a ETA ou até a captação atual mais próxima (1,5km) para aproveitar traçado original.

O Quadro 16 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 17.

Quadro 16 - 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 Timboro	7.777.853 m	703.394 m	12,83	50,40	25,20

Fonte: SHS (2015)

Quadro 17 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para a sede e a demanda futura

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego Timboro	Total
2015	25,20	13,1
2016	25,20	13,4
2017	25,20	13,6
2018	25,20	13,9
2019	25,20	14,1
2020	25,20	14,4
2021	25,20	14,6
2022	25,20	14,9
2023	25,20	15,1
2024	25,20	15,2
2025	25,20	15,4
2026	25,20	15,5
2027	25,20	15,7
2028	25,20	16,0
2029	25,20	16,3
2030	25,20	16,5
2031	25,20	16,8
2032	25,20	17,1
2033	25,20	17,4
2034	25,20	17,6
2035	25,20	17,9
2036	25,20	18,1

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. Barretos de Alvinópolis

No distrito de Barretos de Alvinópolis, a captação de água destinada ao abastecimento público é realizada tanto em manancial subterrâneo quanto em superficial.

Como não foram fornecidos dados quanto ao valor da vazão de captação no manancial subterrâneo, não foi possível avaliar se o valor da mesma está em conformidade com o limite de vazão ofertada pelo manancial.

Em contrapartida, com o intuito de se avaliar a vazão disponível no manancial superficial, foi calculada a vazão $Q_{7,10}$, a qual se trata da 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 Secretária 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 garantido a jusante de cada derivação, fluxos residuais mínimos equivalentes a 50% da vazão $Q_{7,10}$. Sendo assim, os valores das vazões $Q_{7,10}$ e outorgável são apresentados no Quadro 18.

Quadro 18 - Vazões no manancial utilizado em Barretos de Alvinópolis

Manancial	$Q_{7,10}$ (L/s)	$Q_{outorgável}$ (L/s)
Córrego do Cedro	24,04	12,02

Fonte: SHS (2015)

A fim de se averiguar o quadro do SAA no futuro, foi realizado um balanço entre a vazão outorgável do manancial utilizados atualmente e a demanda futura de água (Quadro 19).



Quadro 19 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura para Barretos de Alvinópolis

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego do Cedro	
2015	12,02	0,40
2016	12,02	0,41
2017	12,02	0,41
2018	12,02	0,41
2019	12,02	0,41
2020	12,02	0,41
2021	12,02	0,41
2022	12,02	0,41
2023	12,02	0,41
2024	12,02	0,42
2025	12,02	0,42
2026	12,02	0,43
2027	12,02	0,43
2028	12,02	0,43
2029	12,02	0,43
2030	12,02	0,44
2031	12,02	0,44
2032	12,02	0,45
2033	12,02	0,45
2034	12,02	0,46
2035	12,02	0,47
2036	12,02	0,47

Fonte: SHS (2015)

Como pode ser verificado, a demanda de água aumenta ao longo do plano devido ao crescimento da população local aliado com o aumento do consumo de água, porém este valor não excede o valor da vazão outorgável.

No entanto, pela análise feita no Quadro 11, em que foi feito o balanço entre a oferta do sistema atual e a demanda de água no distrito, foi verificado que há indícios de escassez hídrica no local. Sendo assim, é necessário que se faça a medição exata da vazão captada atualmente nos mananciais, bem como a oferta dos mesmos, com o intuito de se averiguar se estes tem capacidade para suprir as demandas futuras de água.

Um dos problemas encontrados neste local, segundo o diagnóstico feito, é a inexistência de um processo de tratamento adequado da água bruta. De acordo com o



estudo feito no distrito, algumas residências do local recebem água turva e, além disso, existe alta incidência de doenças veiculação hídrica.

Portanto, é necessário que se implemente processos de tratamento apropriado para se fornecer água com propriedades adequadas para o consumo humano. Para isso, é preciso que se avalie a qualidade da água bruta e, com base nestes dados, propor o melhor método de tratamento.

Ressalta-se a possibilidade de que o futuro sistema abastecimento de água do distrito pode abastecer a comunidade de Terras, muito próxima ao distrito.

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 Peroba. A localização do ponto de captação sugerido é mostrada na Figura 34 e na Figura 35.

Figura 34 - Localização do novo ponto proposto para Barretos de Alvinópolis



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

Figura 35 - Visão panorâmica do local proposto para Barretos de Alvinópolis



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

O local mostrado nas figuras fica a cerca de 450m de distância da caixa de areia. Assim, será preciso verificar a possibilidade de adução de 450m até a futura ETA no local da atual caixa de areia para aproveitar a topografia.

O Quadro 20 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 21.

Quadro 20 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para Barretos de Alvinópolis

Manancial	Coordenadas UTM - Pontos avaliados		Área da bacia de contribuição (km ²)	Vazões (L/s)	
	Sul	Leste		Q _{7,10}	Q _{outorgável}
córrego Peróba	7.781.166 m	689.310 m	3,87	14,98	7,49

Fonte: SHS (2015)

Quadro 21 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para Barretos de Alvinópolis e a demanda futura

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	córrego Peróba	Total
2015	7,49	0,40
2016	7,49	0,41
2017	7,49	0,41
2018	7,49	0,41



Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	córrego Peróba	Total
2019	7,49	0,41
2020	7,49	0,41
2021	7,49	0,41
2022	7,49	0,41
2023	7,49	0,41
2024	7,49	0,42
2025	7,49	0,42
2026	7,49	0,43
2027	7,49	0,43
2028	7,49	0,43
2029	7,49	0,43
2030	7,49	0,44
2031	7,49	0,44
2032	7,49	0,45
2033	7,49	0,45
2034	7,49	0,46
2035	7,49	0,47
2036	7,49	0,47

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. Fonseca

Assim como no distrito de Barretos de Alvinópolis, no distrito de Fonseca, a captação é realizada em mananciais superficiais e subterrâneo.

Como neste caso também não foram fornecidos os valores exatos da vazão de captação em cada um dos mananciais, não foi possível realizar o estudo da disponibilidade hídrica dos mesmos ao longo do ano.

No distrito de Fonseca também há indícios de escassez hídrica (Quadro 12), sendo importante também que seja feito o estudo dos mananciais utilizados atualmente para se conhecer a capacidade dos mesmos em suprir as demandas futuras do distrito.



Segundo o estudo feito sobre o distrito, há registro de alguns problemas relacionados ao sistema de abastecimento de água no local. Um deles é a falta de água em algumas residências localizadas acima do nível do reservatório em certos períodos do dia. Outro problema encontrado é a má qualidade da água que abastece as residências. Há relatos também do desperdício de água, devido à falta de manutenção das caixas d'água das casas.

Considerando-se este cenário, é recomendado que seja implementado um sistema de tratamento de água adequado no distrito, bem como o manejo e adequação do sistema de abastecimento de água do local, a fim de garantir o atendimento de toda a população por água tratada.

Além disso, o presente PMSB propõe um manancial superficial alternativo para as atuais captações, 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 rio Piracicaba. A localização do ponto de captação sugerido é mostrada na Figura 36 e na Figura 37.

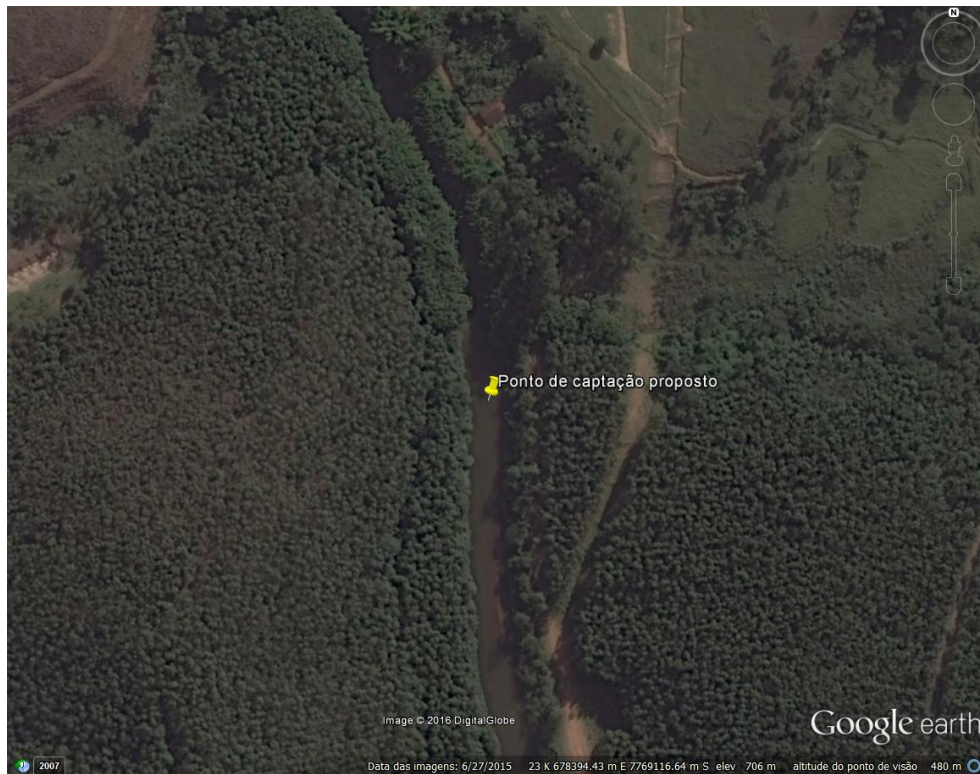
Figura 36 - Localização do novo ponto proposto para Fonseca



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)



Figura 37 - Visão panorâmica do local proposto para Fonseca



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

O local mostrado nas figuras fica a cerca de 1,3km de distância dos reservatórios presentes na maiores altitudes do local. Assim, será preciso verificar a possibilidade de adução de 1,3m até a futura ETA nas proximidades dos reservatórios para aproveitar a topografia.

O Quadro 22 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 23.

Quadro 22 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para Fonseca

Manancial	Coordenadas UTM - Pontos avaliados		Área da bacia de contribuição (km ²)	Vazões (L/s)	
	Sul	Leste		Q _{7,10}	Q _{outorgável}
Rio Piracicaba	7.768.999 m	678.206 m	210,46	856,90	428,45

Fonte: SHS (2015)



Quadro 23 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para Fonseca e a demanda futura

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Rio Piracicaba	Total
2015	428,45	3,64
2016	428,45	3,69
2017	428,45	3,77
2018	428,45	3,83
2019	428,45	3,89
2020	428,45	3,94
2021	428,45	3,99
2022	428,45	4,05
2023	428,45	4,10
2024	428,45	4,12
2025	428,45	4,15
2026	428,45	4,17
2027	428,45	4,21
2028	428,45	4,26
2029	428,45	4,33
2030	428,45	4,40
2031	428,45	4,47
2032	428,45	4,52
2033	428,45	4,59
2034	428,45	4,66
2035	428,45	4,74
2036	428,45	4,77

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.

2.2.1.4. Major Ezequiel

No caso do distrito de Major Ezequiel, a captação de água é feita no córrego Joana Coelha, localizado também na sub-bacia do rio Piranga.



Assim com no caso dos distritos apresentados, não foi fornecido o valor da vazão de captação neste local. Logo, não foi possível realizar a comparação entre a oferta do córrego com a vazão demandada pela população local.

Para se comparar a vazão disponível do córrego com a demanda da população, foi calculada a vazão $Q_{7,10}$, de acordo com o procedimento explicado no estudo da sede no item 2.2.1.1.

Quadro 24 - Vazões no manancial utilizado em Major Ezequiel

Manancial	$Q_{7,10}$ (L/s)	$Q_{\text{outorgável}}$ (L/s)	Q_{captada} (L/s)
Córrego Joana Coelha	0,3	0,1	0,7

Fonte: SHS (2015)

Segundo a Resolução nº 1548, de 29 de março 2012, da SEMAD e do IGAM, citado anteriormente, nos casos em que o curso d'água é regularizado pelo interessado, é permitido que a vazão outorgada seja superior ao limite máximo estabelecido pela bacia, aproveitando-se o potencial de regularização, desde que seja mantido o fluxo residual mínimo a jusante, estabelecido na bacia, que é de 50% da vazão $Q_{7,10}$.

Este caso é constatado em Major Ezequiel, pois, de acordo com o diagnóstico realizado no município, há barragem de captação no local.

Conhecendo-se a vazão outorgável a fio d'água do córrego, foi feita a comparação entre esta e a demanda de água ao longo dos anos (Quadro 25).

Quadro 25 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura de Major Ezequiel

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego Joana Coelha	
2015	0,1	0,7
2016	0,1	0,7
2017	0,1	0,7
2018	0,1	0,8
2019	0,1	0,8
2020	0,1	0,8
2021	0,1	0,8
2022	0,1	0,8
2023	0,1	0,8
2024	0,1	0,8
2025	0,1	0,8



Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego Joana Coelha	
2026	0,1	0,8
2027	0,1	0,8
2028	0,1	0,8
2029	0,1	0,8
2030	0,1	0,8
2031	0,1	0,8
2032	0,1	0,8
2033	0,1	0,8
2034	0,1	0,8
2035	0,1	0,8
2036	0,1	0,9

Fonte: SHS (2015)

Como pode ser observado, a demanda de água aumenta ao longo do plano devido ao aumento do consumo de água, aumentando ainda mais a diferença entre o valor da vazão outorgável do manancial a fio d'água. Porém, devido ao uso da barragem de captação, a vazão captada pode ser maior ou igual à outorgável.

Apesar disso, deve haver a verificação constante desta barragem, a fim de se garantir tanto que ocorra captação do volume de água necessário, quanto para assegurar que a vazão mínima esteja sendo disponibilizada no trecho a jusante à barragem, que deverá ser de 0,1L/s para o córrego Ana Leite.

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 partir de análise do sistema de abastecimento de água do distrito foi constatado que a infraestrutura do mesmo encontra-se em situação precária e que há problemas de falta de água no local. Para contornar o problema foi perfurado um poço de captação e assim atender a toda demanda de água, porém o poço ainda não está em funcionamento. Logo, é preciso realizar a manutenção dos equipamentos utilizados e é recomendado que se efetive o funcionamento do poço perfurado de forma a garantir uma fonte alternativa para o abastecimento público e contornar o risco da escassez hídrica.

Quanto à qualidade da água do córrego, não foram encontrados dados referentes às propriedades do trecho do córrego onde é feita a captação. Portanto, é



necessário que se faça o estudo da qualidade da água bruta, a fim de se saber se a mesma é apropriada para o consumo humano após o processo de tratamento e para se propor o melhor método de tratamento.

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 ribeirão Sem Peixes. A localização do ponto de captação sugerido é mostrada na Figura 38 e na Figura 39.

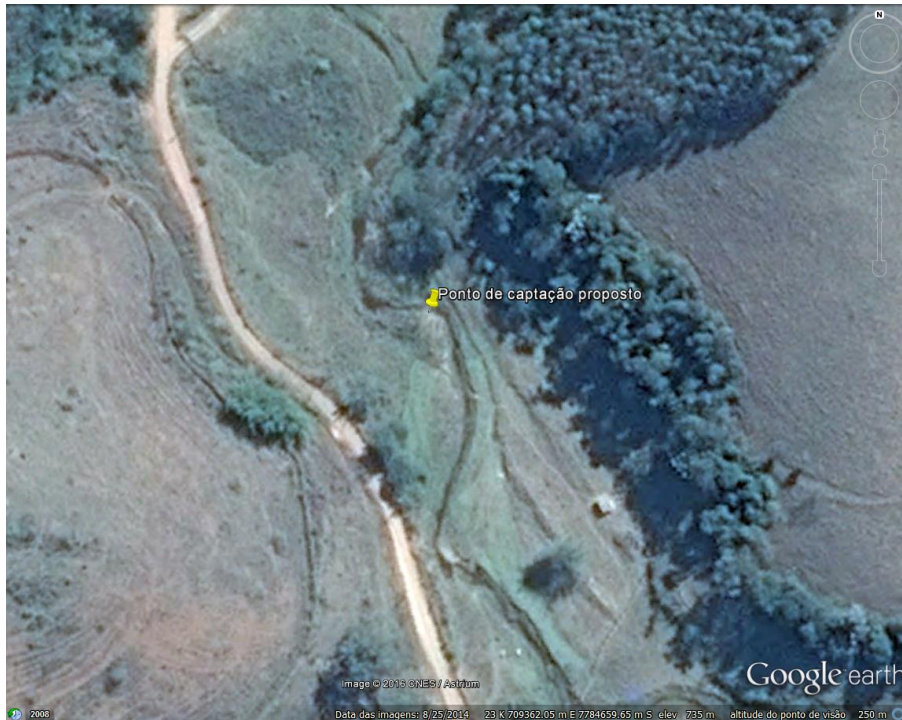
Figura 38 - Localização do novo ponto proposto para Major Ezequiel



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)



Figura 39 - Visão panorâmica do local proposto para Major Ezequiel



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

O local mostrado nas figuras fica a cerca de 1km de distância do filtro de carvão e brita. Assim, será preciso verificar a possibilidade de adução de 1km até a futura ETA no local do sistema de filtro de carvão e brita.

O Quadro 26 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 27.

Quadro 26 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para Major Ezequiel

Manancial	Coordenadas UTM - Pontos avaliados		Área da bacia de contribuição (km ²)	Vazões (L/s)	
	Sul	Leste		Q _{7,10}	Q _{outorgável}
Ribeirão Sem Peixes	7.784.682 m	709.290 m	4,56	17,66	8,83

Fonte: SHS (2015)



Quadro 27 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para Major Ezequiel e a demanda futura

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Ribeirão Sem Peixes	Total
2015	8,83	0,7
2016	8,83	0,7
2017	8,83	0,7
2018	8,83	0,8
2019	8,83	0,8
2020	8,83	0,8
2021	8,83	0,8
2022	8,83	0,8
2023	8,83	0,8
2024	8,83	0,8
2025	8,83	0,8
2026	8,83	0,8
2027	8,83	0,8
2028	8,83	0,8
2029	8,83	0,8
2030	8,83	0,8
2031	8,83	0,8
2032	8,83	0,8
2033	8,83	0,8
2034	8,83	0,8
2035	8,83	0,8
2036	8,83	0,9

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 nos pontos em questão é considerada de classe 2 conforme o PIRH - Bacia do Rio Doce (2010). Todavia, existe a necessidade de aferir novamente a qualidade nestes pontos, afinal não há monitoramento do IGAM nos cursos propostos.

2.2.1.5. Área rural

Em relação às alternativas isoladas empregadas nas áreas rurais, como foi levantado no diagnóstico, na maioria dos casos, a água é captada em poços e nascentes e é conduzida diretamente para o abastecimento das residências sem passar por processos de tratamento antes do seu consumo.

Logo, é preciso que sejam implementadas medidas simples de tratamento da água de abastecimento nestes locais.

Nos 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 à Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde. A Figura 40 ilustra esquematicamente como se dá este sistema de cloração.

Figura 40 - 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.

Quanto às captações realizadas em nascentes, é recomendado que seja implementado um sistema de filtração seguido de desinfecção por cloro. Este sistema seria composto pelas etapas de captação, reservação da água bruta, pré-filtração, filtração lenta e cloração.

A Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER-MG) fornece informações sobre este método de tratamento de água.

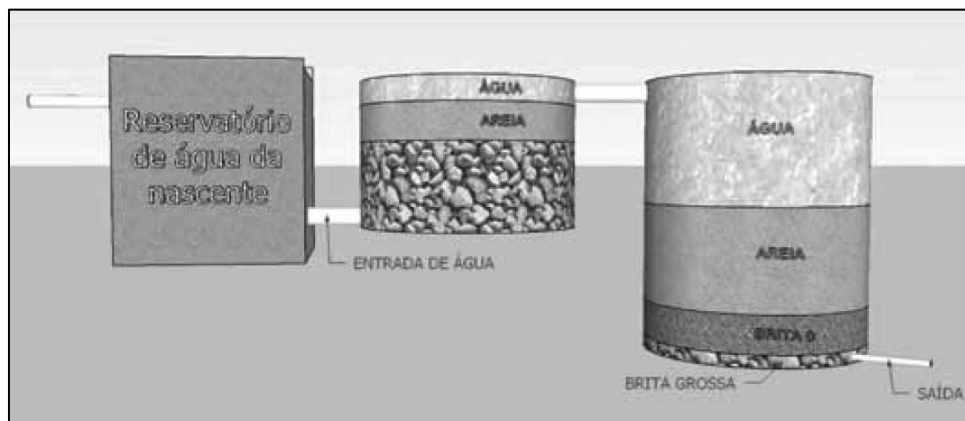
De acordo com esta empresa, após a captação, a água bruta deve ser armazenada em um reservatório.

Após a reservação, a água bruta passa pelo processo de pré-filtração. Este filtro tem como função remover os materiais sólidos e, juntamente com estes materiais, remover parte da carga bacteriológica da água bruta.

Em seguida, na etapa de filtração lenta, as impurezas da água, como sujeiras e parte dos microrganismos, são retidas no meio poroso o qual é utilizado no filtro. Como resultado, tem-se a melhoria de alguns parâmetros de qualidade, como cor, turbidez, sólidos suspensos e coliformes.

A estrutura do filtro é composta por recipientes (em alvenaria, PVC ou fibra de vidro) que possuem elementos pétreos inertes com diferentes granulometrias, sobrepostas em camadas de texturas finas até mais grossa. Em relação ao meio poroso, utiliza-se a areia como sua composição. A Figura 41 mostra o esquema completo do sistema de filtração descrito.

Figura 41 - Esquema geral de filtragem de água de uma nascente



Fonte: EMATER-MG (2012)

Posteriormente ao tratamento por meio de filtração, conforme a EMATER-MG, deve haver a etapa de cloração, a fim de se garantir a potabilidade da água e consequentemente não causar danos à saúde da população abastecida.

Para a aplicação do cloro, podia-se instalar a estrutura do *Clorador EMBRAPA* apresentado na Figura 40.

2.3. Objetivos, metas, ações e estimativa de custos

Considerando-se a metodologia indicada pela FUNASA no Termo de Referência para Elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico (2012), o setor de abastecimento de água foi submetido à Análise SWOT que subsidiou o estabelecimento de objetivos para a adequação do setor.

A seguir apresenta-se a matriz resultante desse processo.



Quadro 28 - 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 da sede.</p> <p>2. Perfil Institucional - Gestão do abastecimento da sede efetuada pela COPASA.</p> <p>3. Sistema Operacional - Há macro e micromedição nas localidades atendidas pela COPASA.</p> <p>4. Sistema de Informações - A COPASA possui um Sistema de Informações Operacionais (SIOP).</p> <p>6. Sustentabilidade econômica - Existe tarifação pelo SAA.</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>1. Atendimento da demanda - Falta de água no distrito de Major Ezequiel e parte do distrito de Fonseca.</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. - Não há periodicidade na manutenção preventiva dos equipamentos que compõem o SAA, tanto na sede quanto nos distritos.</p> <p>4. Sistema de Informações - Apesar de a COPASA possuir um SIOP, esta não forneceu dados para elaboração do presente Plano.</p> <p>6. Sustentabilidade econômica - Apesar de existir tarifação, a operação do SAA traz prejuízos à COPASA e à prefeitura. - Não há sustentabilidade econômica nos sistemas de abastecimento de água geridos pela Prefeitura Municipal.</p>
	<p>OPORTUNIDADES</p> <p>5. Legislação e normatização do setor: - As Lei Federais 11.445/07, 12.305/10 e seus decretos regulamentadores são oportunidades de adequação dos sistemas de saneamento básico e melhoria da qualidade de vida dos cidadãos.</p>		<p>AMEAÇAS</p> <p>5. Legislação e normatização do setor - Não existe legislação específica para auxiliar a gestão do sistema.</p> <p>3. Sistema Operacional - Malha urbana da sede extensa, dificultando assim a distribuição de água.</p>



Com base nas constatações da matriz SWOT para o sistema de abastecimento de água de Alvinópolis, foram propostos cinco objetivos específicos que são descritos a seguir.

- 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 29 são apresentadas as metas para cada objetivo proposto, de forma sistematizada, além dos prazos para cada meta.



Quadro 29 - 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 (sede e distritos) de forma ininterrupta.	Imediato
	1.2. Possuir sistemas adequados para atender às comunidades rurais agrupadas.	Imediato
	1.3. Monitorar a qualidade da água.	Longo
	1.4. Possuir mecanismos para manutenção preventiva e corretiva e para armazenamento e recuperação de dados sobre os procedimentos realizados.	Imediato
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. Reduzir 20% do valor inicial do índice de perdas.	Curto
	2.3. Reduzir 40% do valor inicial do índice de perdas.	Médio
	2.4. Garantir o alcance do índice de perdas em 15%.	Longo
3. Implementar para o SAA do município uma gestão eficiente no que concerne aos aspectos administrativos, operacionais, financeiros e de planejamento	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



Objetivo	Metas	Prazo
estratégico e sustentabilidade, além de definir instrumentos legais que garantam a regulação do mesmo e a observação das diretrizes aprovadas no presente PMSB.	3.3. Alimentar o sistema de informações do SAA com indicadores atualizados, respeitando a periodicidade dos mesmos.	Longo
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 30 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\$ 11.212.000,00** (onze milhões, duzentos e doze mil reais).



Quadro 30 - 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.	X				140.000,00	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: 60 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				230.000,00	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.	X	X			1.200.000,00	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: Realizar cadastro minucioso do sistema de abastecimento de água de cada distrito.	X				220.000,00	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: 90 km
1.1.1.05	Ação 5: Projetar, a partir do cadastro do sistema, as novas infraestruturas e ampliações necessárias para atender o restante da população dos distritos, além das ampliações já previstas.	X				330.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
1.1.1.06	Ação 6: Realizar obras para atender aos projetos da Ação 1.1.1.05.	X	X			1.900.000,00	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
1.1.1.07	Ação 7: Avaliar continuamente a necessidade de novas ampliações em todos os sistemas do município.	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



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
1.1.2.08	Ação 8: Fazer cadastro minucioso de todos os sistemas presentes nas localidades rurais agrupadas (captação, adução, tratamento, reservação e rede de distribuição).	X				180.000,00	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: 90 km
1.1.2.09	Ação 9: Avaliar os sistemas, a partir do cadastro, quanto a sua funcionalidade e necessidade de novas instalações e ampliações.	X				50.000,00	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
1.1.2.10	Ação 10: Projetar, a partir da avaliação, as novas instalações e ampliações necessárias.	X				280.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
1.1.2.11	Ação 11: Realizar obras para atender aos projetos da Ação 1.1.2.10.	X	X			1.100.000,00	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
1.1.3.12	Ação 12: 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				50.000,00	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
1.1.3.13	Ação 13: Implantar as ações do plano de manutenção preventiva.	X	X	X	X	1.800.000,00	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: 1250 horas/ano
1.1.4.14	Ação 14: 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				130.000,00	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: 60 km



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
1.1.4.15	Ação 15: 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
1.1.4.16	Ação 16: 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	250.000,00	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
1.2.1.17	Ação 17: 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
1.2.1.18	Ação 18: Realizar novas instalações, substituições e ampliações dos sistemas de macro e micromedição.	X				350.000,00	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
1.2.4.19	Ação 19: Implementar melhorias contínuas no sistema de macro e micromedição, contemplando principalmente as necessidades de substituições e novas instalações advindas da evolução tecnológica.	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
1.2.4.20	Ação 20: Implantar campanhas contínuas de monitoramento e fiscalização de ligações clandestinas e residências não interligadas à rede (Programa "Caça Gato").	X	X	X	X	*	
1.2.3.21	Ação 21: 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			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



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
1.2.2.22	Ação 22: 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				25.000,00	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: 120 horas
1.2.2.23	Ação 23: Regulamentar, caso a Ação 1.2.2.22 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				30.000,00	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: 140 horas
1.3.1.24	Ação 24: Avaliar as possibilidades de gestão.	X				*	
1.3.1.25	Ação 25: Implementar novo modelo de gestão adotado, caso a Ação 1.3.1.24 tenha concluído pela modificação do modelo de gestão atual.	X				200.000,00	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: *140 horas/ano; **110horas/ano; ***140 horas/ano
1.3.1.26	Ação 26: Atualizar continuamente o levantamento cadastral dos sistemas de abastecimento de água de todo o município.	X	X	X	X	*	
1.3.1.27	Ação 27: 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				*	
1.3.1.28	Ação 28: Avaliar constantemente o quadro de funcionários para verificar a necessidade de contratações frente às novas instalações e ampliações dos sistemas.	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
1.3.1.29	Ação 29: 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 (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
1.3.1.30	Ação 30: Elencar as possibilidades de entidade reguladora para o SAA e escolher a ideal para o município.	X				*	
1.3.1.31	Ação 31: Iniciar as atividades com a entidade reguladora.	X				*	
1.3.1.32	Ação 32: Atender rigorosamente às diretrizes estabelecidas pela Agência Reguladora.	X	X	X	X	*	
1.3.2.33	Ação 33: Avaliar continuamente o indicador de desempenho, a fim de buscar melhorias de gestão financeira.	X	X	X	X	10.000,00	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
1.3.2.34	Ação 34: 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	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: 20 horas/ano
1.3.2.35	Ação 35: 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	6.000,00	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



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
1.3.2.36	Ação 36: 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	*	
1.3.3.37	Ação 37: 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				*	
1.4.1.38	Ação 38: Projetar uma Central de Gerenciamento de Resíduos para destinação adequada dos resíduos advindos da ETA da sede.	X				130.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
1.4.1.39	Ação 39: Executar obras da Central de Gerenciamento de Resíduos da ETA.	X				250.000,00	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
1.4.1.40	Ação 40: Impedir, após o início do funcionamento da central, o lançamento de resíduos da ETA no corpo hídrico.	X				*	
1.4.1.41	Ação 41: Garantir que todas as novas ETAs do município tenham Central de Gerenciamento de Resíduos.	X				*	
1.4.2.42	Ação 42: 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				20.000,00	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: 95 horas
1.4.2.43	Ação 43: 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				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: 110 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
1.4.3.44	Ação 44: 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	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
1.4.3.45	Ação 45: 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	*	
1.5.1.46	Ação 46: 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	65.000,00	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
1.5.2.47	Ação 47: 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	65.000,00	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
1.5.3.48	Ação 48: 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
1.5.3.49	Ação 49: Atualizar os respectivos sites ou perfis em redes sociais.	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
1.5.3.50	Ação 50: 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	1.000.000,00	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
1.5.4.51	Ação 51: 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 n° entrevistadoresx20 anos *SM: valor do salário mínimo nacional vigente pago uma vez ao ano N° de entrevistadores: 8 pessoas

(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

R\$
11.212.000,00



2.4. Detalhamento de programas, projetos e ações

2.4.1. Programa “Caça Gato”

O Programa “Caça Gato” foi proposto para auxiliar no combate de casos de ligações clandestinas na rede de abastecimento de água, comumente conhecidas como “gatos”. Neste caso, há a necessidade de legislação específica que caracterize as ligações clandestinas 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 e estrutura técnica, 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. Distritos

Nos distritos o SAA está representado principalmente pelas ações 1.1.1.04, 1.1.1.05 e 1.1.1.06. A partir dos levantamentos do diagnóstico e dos eventos públicos (seminários e oficinas), percebeu-se que o sistema necessita:

1. Efetuar novo estudo de oferta do manancial superficial já explorado.
2. Analisar a água para verificar as atuais condições.
3. Reformar área de captação para melhorar isolamento sanitário e patrimonial.
4. Implantar tratamento adequado das águas.
5. Verificar a capacidade de reservação e substituir e/ou ampliar capacidade, se necessário.
6. Interligar e automatizar todo o sistema.
7. Verificar condições da rede de distribuição e substituir e/ou ampliar, se necessário.



8. Efetuar novo teste de vazão no poço.
9. Analisar a água para verificar as atuais condições do poço em funcionamento.
10. Equipar poço para funcionar como reserva do sistema.
11. Implantar padrões de água com cavaletes para hidrômetros.
12. Avaliar necessidade de cobrança dos usuários.
13. Administrar sistema (Prefeitura/COPASA).

2.4.3. Localidades rurais

No município existem localidades rurais que utilizam captações subterrâneas e/ou superficiais, 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.

2.4.3.1. Sistema de abastecimento coletivo com captação subterrânea

Existem sistemas de abastecimento no município que utilizam o manancial subterrâneo, como o caso de Gravatá. 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 cloração 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).

2.4.3.2. Sistema de abastecimento coletivo com captação superficial

Existem localidades rurais que utilizam captações em nascentes e/ou cursos d'água, como o caso de Terras, Sertão e Dias. 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).

2.4.3.3. 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).

2.4.4. 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, e 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. Caracterização da cobertura e qualidade dos serviços

Todo o sistema de esgotamento sanitário do município está a cargo da Prefeitura Municipal. Em cada distrito há um funcionário encarregado de operar os sistemas e realizar manutenções. A sede conta com funcionários da Secretaria Municipal de Obras.

Conforme dados fornecidos ao SNIS, em 2013 a sede tinha cobertura de 100% somente com coleta. Como os sistemas do município não contam com tratamento, todo esgoto coletado é lançado *in natura* nos corpos receptores.

A maior parte da população da sede e nos distritos tem seus esgotos coletados, porém esses são lançados sem tratamento nos corpos d'água e no solo, o que submete toda a população e os recursos naturais do município a essa deficiência do sistema municipal de esgotamento sanitário. A área rural não é atendida, sendo que as soluções para o esgotamento sanitário são individualizadas e, em sua maioria, são fossas rudimentares ou lançamentos diretos.

3.1.2. Situação atual do sistema

Na sede de Alvinópolis há rede coletora de esgoto, na maior parte compartilhada com a coleta de drenagem e poucas vias com sistema isolado absoluto. Além disso, existem residências que não fazem a separação, lançando águas pluviais também na rede de esgotos. Não há uma sistematização dessas informações com locais e fonte dos lançamentos, bem como não existe legislação específica para fiscalizar a ocorrência desse procedimento inadequado, o que permitiria minimizar o problema.

O sistema consiste em 30km de rede coletora, sendo que não há afastamento com auxílio de estações elevatórias de esgoto. Ao todo são seis redes coletoras na sede que não são interligadas. As tubulações são de PVC com diâmetro de 150mm, porém, segundo o técnico, em alguns pontos ainda são de 100mm.

A seguir são apresentados os lançamentos de esgotos da sede.

Figura 42 - Lançamento de esgotos 01



Fonte: SHS (2015)

Figura 43 - Lançamento de esgotos 02



Fonte: SHS (2015)

Figura 44 - Lançamento de esgotos 03



Fonte: SHS (2015)

Figura 45 - Lançamento de esgotos 04



Fonte: SHS (2015)

Figura 46 - Lançamento de esgotos 05



Fonte: SHS (2015)



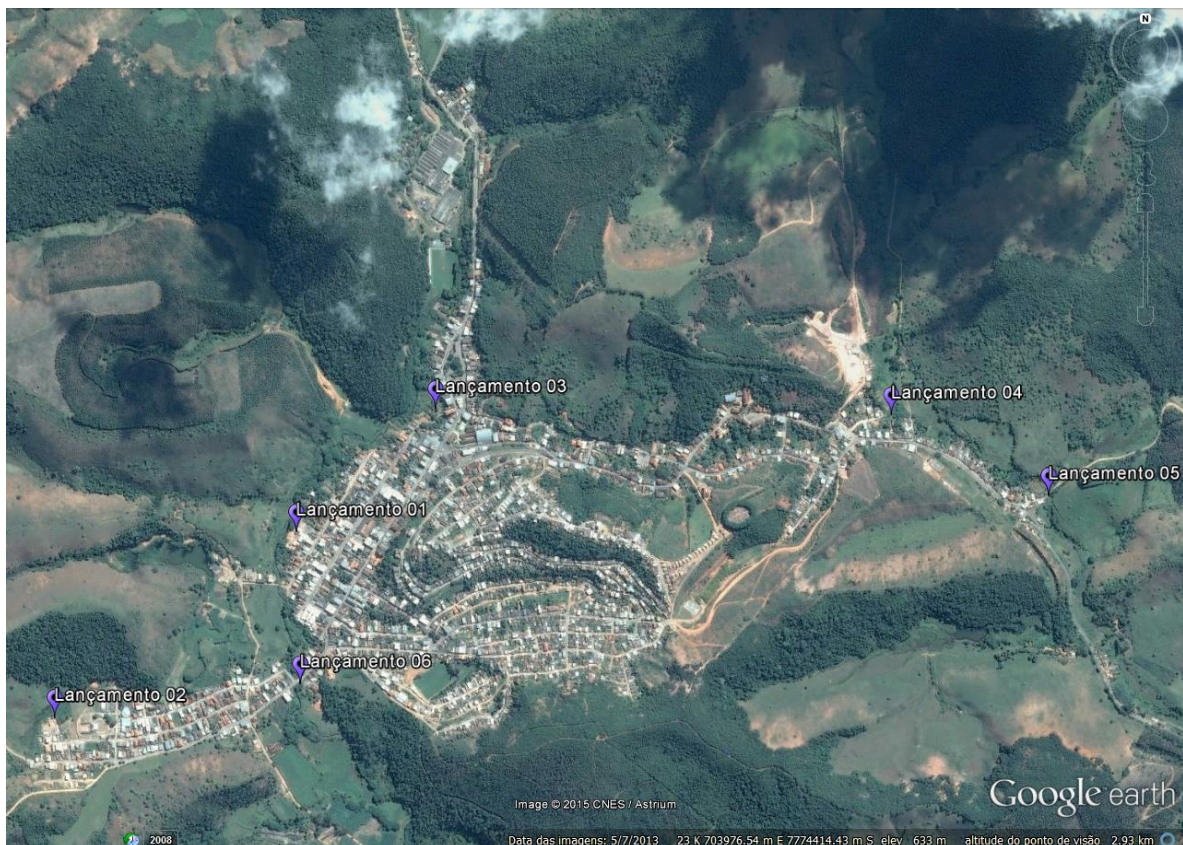
Figura 47 - Lançamento de esgotos 06



Fonte: SHS (2015)

A Figura 48 apresenta a localização dos pontos observados.

Figura 48 - Imagem de satélite da sede com a localização dos pontos visitados



Fonte: Adaptado do Google Earth (2015)



3.1.2.1. Major Ezequiel

Major Ezequiel é um distrito de Alvinópolis que tem todo seu esgoto coletado por rede de tubulações DN150 não interligada, havendo quatro lançamentos no córrego Sem-Peixe, sendo que um deles fica na coordenada UTM 709.658mE e 7.784.446mS. O principal problema indicado pelo responsável pela prestação do serviço é que ainda há rede de drenagem ligada à rede de esgotos.

3.1.2.2. Barretos de Alvinópolis

Os esgotos do distrito de Barretos de Alvinópolis são encaminhados para a rede de esgotos de DN100, que não possui mapeamento digital, assim como em todo o município. Não há tratamento, apenas lançamento *in natura* nos corpos hídricos do distrito. A manutenção da rede é feita pelos responsáveis pela varrição das ruas e limpeza das caixas d'água.

3.1.2.3. Fonseca

O distrito de Fonseca tem rede de esgoto, porém incompleta e não interligada, ou seja, existem locais onde o esgotamento é efetuado com manilhas de DN200, mas em alguns trechos do curso fica a céu aberto (Figura 49). Além disso, verifica-se que a rede está exposta.

Salienta-se que há mistura de águas pluviais na rede de esgoto, ocasionando rupturas e extravasamentos em eventos pluviométricos. A Figura 50 apresenta um local nos fundos de uma moradia, onde a rede se rompeu com uma forte chuva e o esgoto reverteu para o quintal da residência.

Figura 49 - Rede de esgoto de Fonseca



Fonte: SHS (2015)

Figura 50 - Rede de esgoto rompida localizada aos fundos de uma residência em Fonseca



Fonte: SHS (2015)



3.1.3. Soluções alternativas empregadas

No município de Alvinópolis, a sede e distritos têm rede coletora de esgoto, mas realizam lançamentos *in natura*. Nas propriedades rurais são utilizadas fossas, em sua maioria rudimentares, ou há lançamentos em corpos hídricos.

3.1.3.1. Dias

Dias é uma comunidade com cerca de 60 casas cujo esgotamento sanitário é individualizado por fossas rudimentares ou lançamentos diretos.

3.1.3.2. Gravatá

Cerca de 30 moradias da comunidade rural de Gravatá utilizam fossas rudimentares e lançamentos individualizados no córrego.

3.1.3.3. Sertão

Aproximadamente 10 casas que formam a comunidade de Sertão contam com fossas rudimentares e lançamentos no córrego.

3.1.3.4. Terras

Com aproximadamente 40 casas, a comunidade de Terras tem o esgotamento sanitário efetuado por duas redes não interligadas. Os lançamentos são apresentados na Figura 51 e Figura 52 e não possuem qualquer tipo de tratamento. Existem também residências com fossas rudimentares.

Figura 51 - Lançamento de esgotos de Terras 01



Fonte: SHS (2015)

Figura 52 - Lançamento de esgotos de Terras 02



Fonte: SHS (2015)

3.1.4. Análise de corpos receptores

O rio do Peixe, rio Piracicaba e ribeirão Sem-Peixe são os principais corpos receptores do município, onde os esgotos são lançados *in natura*, sendo assim um grande passivo ambiental, assim como outros não citados. Ressalta-se que não há pontos de monitoramento de quantidade e/ou qualidade de água desses cursos d'água.

Todos os esgotos do município devem ter tratamento antes dos lançamentos, mas existem situações de maior risco à população tais como os esgotos a céu aberto principalmente em Fonseca com cursos passando no fundo de moradias, onde crianças e animais estão em contato com as águas contaminadas. O lançamento da sede está mais distante da população.

3.1.5. Identificação de fundos de vale

O município de Alvinópolis não possui nenhuma forma de tratamento de seus efluentes, portanto neste item objetiva-se mostrar as melhores alternativas de locais para possível instalação de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE).

3.1.5.1. Sede

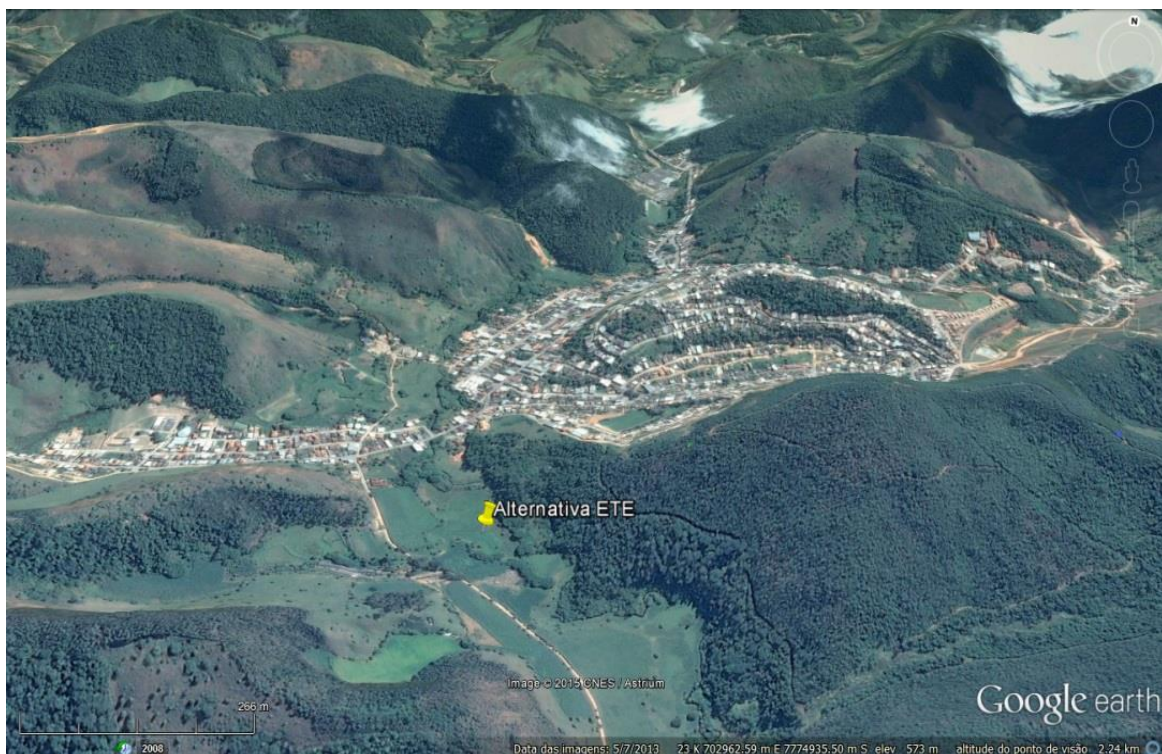
Para essa decisão, é necessário levar em conta vários critérios, sendo um deles a análise da expansão urbana do município, já que uma ETE é projetada para um horizonte de vários anos. No entanto, o município de Alvinópolis não possui Plano



Diretor Municipal ou qualquer outro tipo de diretriz com os rumos da expansão urbana do município.

A Figura 53 apresenta a localização da melhor alternativa para a instalação futura de uma ETE na sede do município (UTM 23K 702.813m E; 7.774.479m S). Essa alternativa foi escolhida devido à sua localização ao lado do rio do Peixe (corpo receptor), em fundo de vale, a jusante da área urbana e afastada da área residencial. Entretanto, ainda que na jusante, o relevo da região provavelmente exigirá a construção de uma ou mais estações elevatórias para realizar o transporte do efluente até a ETE.

Figura 53 - Alternativas de ETE para a sede



Fonte: Adaptado do Google Earth (2015)

3.1.5.2. Distrito de Major Ezequiel

A Figura 54 apresenta duas alternativas para a possível localização de uma ETE. Ambas foram escolhidas por estarem a jusante da área urbana, em fundo de vale, ao lado do rio Sem Peixes (corpo receptor) e afastadas das residências. A alternativa 1 (UTM 23K 710.328m E; 7.784.537m S) apresenta a vantagem de estar mais próxima da rede coletora, reduzindo a extensão do emissário e os custos com o transporte do efluente. Por outro lado, a alternativa 2 (UTM 23K 710.795m E; 7.783.784m S), por



estar mais distante da área urbana, apresenta menor impacto de vizinhança e, por estar mais a jusante e em área de menor altitude, reduz a necessidade de se construir uma estação elevatória.

Figura 54 - Alternativas de ETE para Major Ezequiel



Fonte: Adaptado do Google Earth (2015)

3.1.5.3. Distrito Barreto de Alvinópolis

Para a escolha da melhor alternativa de local para a possível instalação de uma ETE no distrito de Barreto de Alvinópolis foram considerados os mesmos critérios da escolha na sede. A localização (UTM 23K 688.115m E; 7.781.355m S) apresentada na Figura 55 foi definida por estar em fundo de vale, a jusante da rede coletora, ao lado do córrego Barreto (corpo receptor) e razoavelmente afastada das residências. Devido ao relevo da região e à localização da área residencial, embora o local indicado para a instalação da ETE esteja a jusante da rede coletora, a necessidade da construção de uma estação elevatória deve ser analisada.



Figura 55 - Alternativas de ETE para Barreto de Alvinópolis



Fonte: Adaptado do Google Earth (2015)

3.1.5.4. Distrito de Fonseca

A alternativa de local apresentada na Figura 56 para o distrito de Fonseca foi escolhida por estar em fundo de vale, a jusante da rede coletora, ao lado do rio Piracicaba (corpo receptor) e afastada das residências (UTM 23K 678.630m E; 7.770.796m S). Devido ao relevo da região, ainda que a alternativa localize-se em cota inferior à da rede coletora, a necessidade da construção de uma estação elevatória deve ser analisada com estudos mais específicos.

Figura 56 - Alternativas de ETE para Fonseca



Fonte: Adaptado do Google Earth (2015)



3.1.6. Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores

3.1.6.1. Índice de atendimento urbano de esgotos

Este indicador mede a porcentagem da população urbana atendida pelo Sistema de Esgotamento Sanitário (SES). De acordo com dados de SNIS, em 2014, o índice de atendimento, com relação à coleta e afastamento dos esgotos na área urbana, era de 100%. No entanto, não existe nenhuma forma de tratamento antes do lançamento nos cursos d'água. Com o intuito de universalizar o acesso aos serviços, o ideal é que esse índice atinja o valor de 100%, com relação à coleta, afastamento e tratamento dos esgotos.

3.1.6.2. Índice de coleta de esgotos

Este indicador, que mede a porcentagem da população total atendida pela coleta de esgotos, auxiliará no monitoramento do sistema.

Em 2013, Alvinópolis apresentou o valor de 89,58% para esse índice, que engloba tanto a área urbana com a rural. Com o intuito de universalizar o acesso aos serviços, o ideal é que esse indicador atinja o valor de 100%.

3.1.6.3. 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.

Os esgotos coletados no município não passam por nenhum tratamento antes do lançamento nos cursos d'água. Com o intuito de universalizar o acesso aos serviços, o ideal é que esse índice atinja o valor de 100% (tratamento de todo esgoto coletado no município).

3.1.6.4. 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 Alvinópolis não existe cobrança para realização desse 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 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 na Equação 8, Equação 9, Equação 10 e Equação 11.

Vazão média ($Q_{s_{méd}}$):

$$Q_{s_{méd}} = Q_{d_{méd}} + Q_{inf}$$

Equação 8

Vazão máxima horária ($Q_{s_{máxh}}$):

$$Q_{s_{máxh}} = Q_{d_{máxh}} + Q_{inf}$$

Equação 10

Vazão máxima diária ($Q_{s_{máxd}}$):

$$Q_{s_{máxd}} = Q_{d_{máxd}} + Q_{inf}$$

Equação 9

Vazão mínima ($Q_{d_{min}}$):

$$Q_{s_{min}} = Q_{d_{min}} + Q_{inf}$$

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 resultados obtidos para a sede e os distritos do município de Alvinópolis estão representados do Quadro 31 ao Quadro 34.

Quadro 31 - Evolução da vazão de esgoto doméstico da sede

Ano	População urbana projetada (hab.)	Nível de atendimento (%)	Consumo per capita de água (L/hab.dia)	Vazão de Esgoto Doméstico (L/s)			
				Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	8.596	100	101	4,02	8,05	9,66	14,48
2016	8.638	100	103	4,14	8,27	9,93	14,89
2017	8.664	100	106	4,24	8,48	10,18	15,27
2018	8.701	100	108	4,35	8,71	10,45	15,67
2019	8.730	100	110	4,46	8,93	10,71	16,07
2020	8.755	100	113	4,57	9,14	10,97	16,45
2021	8.778	100	115	4,68	9,35	11,22	16,83
2022	8.812	100	117	4,79	9,58	11,49	17,24
2023	8.836	100	120	4,90	9,80	11,75	17,63
2024	8.862	100	122	5,01	10,02	12,02	18,03
2025	8.884	100	124	5,12	10,23	12,28	18,42
2026	8.897	100	127	5,22	10,44	12,53	18,79
2027	8.917	100	129	5,33	10,65	12,79	19,18
2028	8.924	100	131	5,43	10,86	13,03	19,54
2029	8.934	100	134	5,53	11,06	13,27	19,91
2030	8.934	100	136	5,63	11,25	13,50	20,25
2031	8.933	100	138	5,72	11,44	13,73	20,60
2032	8.931	100	141	5,82	11,63	13,96	20,94
2033	8.926	100	143	5,91	11,82	14,18	21,28
2034	8.916	100	145	6,00	12,00	14,40	21,60
2035	8.904	100	148	6,09	12,17	14,61	21,91
2036	8.882	100	150	6,17	12,34	14,80	22,21

Fonte: SHS (2015)



Quadro 32 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Barretos de Alvinópolis

Ano	População urbana projetada (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	260	100	101	0,12	0,24	0,29	0,44
2016	262	100	103	0,13	0,25	0,30	0,45
2017	259	100	106	0,13	0,25	0,30	0,46
2018	256	100	108	0,13	0,26	0,31	0,46
2019	250	100	110	0,13	0,26	0,31	0,46
2020	247	100	113	0,13	0,26	0,31	0,46
2021	246	100	115	0,13	0,26	0,31	0,47
2022	243	100	117	0,13	0,26	0,32	0,48
2023	240	100	120	0,13	0,27	0,32	0,48
2024	243	100	122	0,14	0,27	0,33	0,49
2025	244	100	124	0,14	0,28	0,34	0,51
2026	245	100	127	0,14	0,29	0,34	0,52
2027	243	100	129	0,15	0,29	0,35	0,52
2028	239	100	131	0,15	0,29	0,35	0,52
2029	235	100	134	0,15	0,29	0,35	0,52
2030	235	100	136	0,15	0,30	0,36	0,53
2031	234	100	138	0,15	0,30	0,36	0,54
2032	233	100	141	0,15	0,30	0,36	0,55
2033	233	100	143	0,15	0,31	0,37	0,56
2034	233	100	145	0,16	0,31	0,38	0,56
2035	233	100	148	0,16	0,32	0,38	0,57
2036	231	100	150	0,16	0,32	0,39	0,58

Fonte: SHS (2015)



Quadro 33 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Fonseca

Ano	População urbana projetada (hab.)	Nível de atendimento (%)	Consumo per capita de água (L/hab.dia)	Vazão de Esgoto Doméstico (L/s)			
				Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	2.387	100	101	1,12	2,23	2,68	4,02
2016	2.380	100	103	1,14	2,28	2,74	4,10
2017	2.396	100	106	1,17	2,35	2,82	4,22
2018	2.395	100	108	1,20	2,40	2,88	4,31
2019	2.400	100	110	1,23	2,45	2,94	4,42
2020	2.399	100	113	1,25	2,50	3,01	4,51
2021	2.396	100	115	1,28	2,55	3,06	4,60
2022	2.402	100	117	1,31	2,61	3,13	4,70
2023	2.405	100	120	1,33	2,67	3,20	4,80
2024	2.397	100	122	1,35	2,71	3,25	4,88
2025	2.394	100	124	1,38	2,76	3,31	4,96
2026	2.391	100	127	1,40	2,81	3,37	5,05
2027	2.394	100	129	1,43	2,86	3,43	5,15
2028	2.379	100	131	1,45	2,89	3,47	5,21
2029	2.381	100	134	1,47	2,95	3,54	5,31
2030	2.377	100	136	1,50	2,99	3,59	5,39
2031	2.371	100	138	1,52	3,04	3,64	5,47
2032	2.361	100	141	1,54	3,08	3,69	5,54
2033	2.355	100	143	1,56	3,12	3,74	5,61
2034	2.356	100	145	1,59	3,17	3,80	5,71
2035	2.356	100	148	1,61	3,22	3,87	5,80
2036	2.334	100	150	1,62	3,24	3,89	5,83

Fonte: SHS (2015)



Quadro 34 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Major Ezequiel

Ano	População urbana projetada (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	483	100	101	0,23	0,45	0,54	0,81
2016	480	100	103	0,23	0,46	0,55	0,83
2017	476	100	106	0,23	0,47	0,56	0,84
2018	476	100	108	0,24	0,48	0,57	0,86
2019	474	100	110	0,24	0,48	0,58	0,87
2020	467	100	113	0,24	0,49	0,59	0,88
2021	467	100	115	0,25	0,50	0,60	0,90
2022	464	100	117	0,25	0,50	0,61	0,91
2023	458	100	120	0,25	0,51	0,61	0,91
2024	457	100	122	0,26	0,52	0,62	0,93
2025	450	100	124	0,26	0,52	0,62	0,93
2026	449	100	127	0,26	0,53	0,63	0,95
2027	446	100	129	0,27	0,53	0,64	0,96
2028	436	100	131	0,27	0,53	0,64	0,95
2029	436	100	134	0,27	0,54	0,65	0,97
2030	436	100	136	0,27	0,55	0,66	0,99
2031	432	100	138	0,28	0,55	0,66	1,00
2032	428	100	141	0,28	0,56	0,67	1,00
2033	429	100	143	0,28	0,57	0,68	1,02
2034	426	100	145	0,29	0,57	0,69	1,03
2035	422	100	148	0,29	0,58	0,69	1,04
2036	422	100	150	0,29	0,59	0,70	1,06

Fonte: SHS (2015)



Ao projetar a demanda de água para o município, considerou-se um possível aumento de consumo *per capita* para até 150L/hab.dia, mesmo com a atual necessidade do consumo sustentável de água. Isso apenas porque é indispensável avaliar como suprir prováveis carências locais caso esse aumento de fato aconteça.

Estimando essas variáveis (vazões, cargas e concentrações) a partir do consumo atual, fornecido pelo SNIS, é possível que se obtenha dados mais próximos da realidade. Dessa forma, pode-se propor alternativas mais ajustadas à realidade local, sem super ou subestimar o sistema de esgotamento sanitário. De qualquer modo, é importante que estudos mais aprofundados e pautados em dados mais atualizados sejam realizados antes de se projetar uma alternativa para o tratamento dos esgotos sanitários do município.

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 30km e o número de população urbana atendida pelo sistema de esgotamento sanitário no município era de 11.718 habitantes. Sendo assim, pela razão entre esses dois últimos dados, obtém-se que o comprimento da rede por habitante é de 3m/hab. Multiplicando-se esse valor pelo número de habitantes de 2015, foi possível determinar a extensão total da rede deste 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, empiricamente determinada, de crescimento da rede de 3m/hab. Com base nesses valores, foram obtidas as vazões de infiltração. Os resultados obtidos para a sede e para os distritos estão apresentados do Quadro 35 ao Quadro 38.



Quadro 35 - Evolução da contribuição de infiltração na sede

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Extensão da rede (m)			Taxa de Infiltração (L/s.km)	Vazão de Infiltração (L/s)
		Existente	Prevista	Total		
2015	8.596	22.007	0	22.007	0,2	4,40
2016	8.638	22.007	126	22.133	0,2	4,43
2017	8.664	22.007	78	22.211	0,2	4,44
2018	8.701	22.007	111	22.322	0,2	4,46
2019	8.730	22.007	87	22.409	0,2	4,48
2020	8.755	22.007	75	22.484	0,2	4,50
2021	8.778	22.007	69	22.553	0,2	4,51
2022	8.812	22.007	102	22.655	0,2	4,53
2023	8.836	22.007	72	22.727	0,2	4,55
2024	8.862	22.007	78	22.805	0,2	4,56
2025	8.884	22.007	66	22.871	0,2	4,57
2026	8.897	22.007	39	22.910	0,2	4,58
2027	8.917	22.007	60	22.970	0,2	4,59
2028	8.924	22.007	21	22.991	0,2	4,60
2029	8.934	22.007	30	23.021	0,2	4,60
2030	8.934	22.007	0	23.021	0,2	4,60
2031	8.933	22.007	0	23.021	0,2	4,60
2032	8.931	22.007	0	23.021	0,2	4,60
2033	8.926	22.007	0	23.021	0,2	4,60
2034	8.916	22.007	0	23.021	0,2	4,60
2035	8.904	22.007	0	23.021	0,2	4,60
2036	8.882	22.007	0	23.021	0,2	4,60

Fonte: SHS (2015)



Quadro 36 - Evolução da contribuição de infiltração em Barretos de Alvinópolis

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Extensão da rede (m)			Taxa de Infiltração (L/s.km)	Vazão de Infiltração (L/s)
		Existente	Prevista	Total		
2015	260	666	0	666	0,2	0,13
2016	262	666	6	672	0,2	0,13
2017	259	666	0	672	0,2	0,13
2018	256	666	0	672	0,2	0,13
2019	250	666	0	672	0,2	0,13
2020	247	666	0	672	0,2	0,13
2021	246	666	0	672	0,2	0,13
2022	243	666	0	672	0,2	0,13
2023	240	666	0	672	0,2	0,13
2024	243	666	0	672	0,2	0,13
2025	244	666	0	672	0,2	0,13
2026	245	666	0	672	0,2	0,13
2027	243	666	0	672	0,2	0,13
2028	239	666	0	672	0,2	0,13
2029	235	666	0	672	0,2	0,13
2030	235	666	0	672	0,2	0,13
2031	234	666	0	672	0,2	0,13
2032	233	666	0	672	0,2	0,13
2033	233	666	0	672	0,2	0,13
2034	233	666	0	672	0,2	0,13
2035	233	666	0	672	0,2	0,13
2036	231	666	0	672	0,2	0,13

Fonte: SHS (2015)



Quadro 37 - Evolução da contribuição de infiltração em Fonseca

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Extensão da rede (m)			Taxa de Infiltração (L/s.km)	Vazão de Infiltração (L/s)
		Existente	Prevista	Total		
2015	2.387	6.111	0	6.111	0,2	1,22
2016	2.380	6.111	0	6.111	0,2	1,22
2017	2.396	6.111	27	6.138	0,2	1,23
2018	2.395	6.111	0	6.138	0,2	1,23
2019	2.400	6.111	12	6.150	0,2	1,23
2020	2.399	6.111	0	6.150	0,2	1,23
2021	2.396	6.111	0	6.150	0,2	1,23
2022	2.402	6.111	6	6.156	0,2	1,23
2023	2.405	6.111	9	6.165	0,2	1,23
2024	2.397	6.111	0	6.165	0,2	1,23
2025	2.394	6.111	0	6.165	0,2	1,23
2026	2.391	6.111	0	6.165	0,2	1,23
2027	2.394	6.111	0	6.165	0,2	1,23
2028	2.379	6.111	0	6.165	0,2	1,23
2029	2.381	6.111	0	6.165	0,2	1,23
2030	2.377	6.111	0	6.165	0,2	1,23
2031	2.371	6.111	0	6.165	0,2	1,23
2032	2.361	6.111	0	6.165	0,2	1,23
2033	2.355	6.111	0	6.165	0,2	1,23
2034	2.356	6.111	0	6.165	0,2	1,23
2035	2.356	6.111	0	6.165	0,2	1,23
2036	2.334	6.111	0	6.165	0,2	1,23

Fonte: SHS (2015)



Quadro 38 - Evolução da contribuição de infiltração em Major Ezequiel

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Extensão da rede (m)			Taxa de Infiltração (L/s.km)	Vazão de Infiltração (L/s)
		Existente	Prevista	Total		
2015	483	1.237	0	1.237	0,2	0,25
2016	480	1.237	0	1.237	0,2	0,25
2017	476	1.237	0	1.237	0,2	0,25
2018	476	1.237	0	1.237	0,2	0,25
2019	474	1.237	0	1.237	0,2	0,25
2020	467	1.237	0	1.237	0,2	0,25
2021	467	1.237	0	1.237	0,2	0,25
2022	464	1.237	0	1.237	0,2	0,25
2023	458	1.237	0	1.237	0,2	0,25
2024	457	1.237	0	1.237	0,2	0,25
2025	450	1.237	0	1.237	0,2	0,25
2026	449	1.237	0	1.237	0,2	0,25
2027	446	1.237	0	1.237	0,2	0,25
2028	436	1.237	0	1.237	0,2	0,25
2029	436	1.237	0	1.237	0,2	0,25
2030	436	1.237	0	1.237	0,2	0,25
2031	432	1.237	0	1.237	0,2	0,25
2032	428	1.237	0	1.237	0,2	0,25
2033	429	1.237	0	1.237	0,2	0,25
2034	426	1.237	0	1.237	0,2	0,25
2035	422	1.237	0	1.237	0,2	0,25
2036	422	1.237	0	1.237	0,2	0,25

Fonte: SHS (2015)



Conhecendo-se as vazões de esgoto e de infiltração, foram determinadas as vazões sanitárias. Os valores obtidos para a sede e os distritos do município estão apresentados do Quadro 39 ao Quadro 42.

Quadro 39 - Evolução da vazão sanitária da sede

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão de Esgoto Sanitário (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	8.596	8,42	12,45	14,06	18,89
2016	8.638	8,56	12,70	14,35	19,32
2017	8.664	8,68	12,93	14,62	19,71
2018	8.701	8,82	13,17	14,91	20,14
2019	8.730	8,94	13,41	15,19	20,55
2020	8.755	9,07	13,64	15,46	20,95
2021	8.778	9,19	13,86	15,73	21,35
2022	8.812	9,32	14,11	16,03	21,77
2023	8.836	9,44	14,34	16,30	22,18
2024	8.862	9,57	14,58	16,58	22,59
2025	8.884	9,69	14,81	16,85	22,99
2026	8.897	9,80	15,02	17,11	23,37
2027	8.917	9,92	15,25	17,38	23,77
2028	8.924	10,03	15,45	17,62	24,14
2029	8.934	10,13	15,66	17,88	24,51
2030	8.934	10,23	15,86	18,11	24,86
2031	8.933	10,33	16,05	18,34	25,20
2032	8.931	10,42	16,24	18,56	25,55
2033	8.926	10,51	16,42	18,79	25,88
2034	8.916	10,60	16,60	19,00	26,20
2035	8.904	10,69	16,78	19,21	26,52
2036	8.882	10,77	16,94	19,41	26,81

Fonte: SHS (2015)



Quadro 40 - Evolução da vazão sanitária de Barretos de Alvinópolis

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão de Esgoto Sanitário (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	260	0,25	0,38	0,43	0,57
2016	262	0,26	0,39	0,44	0,59
2017	259	0,26	0,39	0,44	0,59
2018	256	0,26	0,39	0,44	0,60
2019	250	0,26	0,39	0,44	0,59
2020	247	0,26	0,39	0,44	0,60
2021	246	0,27	0,40	0,45	0,61
2022	243	0,27	0,40	0,45	0,61
2023	240	0,27	0,40	0,45	0,61
2024	243	0,27	0,41	0,46	0,63
2025	244	0,27	0,42	0,47	0,64
2026	245	0,28	0,42	0,48	0,65
2027	243	0,28	0,42	0,48	0,66
2028	239	0,28	0,43	0,48	0,66
2029	235	0,28	0,43	0,48	0,66
2030	235	0,28	0,43	0,49	0,67
2031	234	0,28	0,43	0,49	0,67
2032	233	0,29	0,44	0,50	0,68
2033	233	0,29	0,44	0,50	0,69
2034	233	0,29	0,45	0,51	0,70
2035	233	0,29	0,45	0,52	0,71
2036	231	0,29	0,46	0,52	0,71

Fonte: SHS (2015)



Quadro 41 - Evolução da vazão sanitária de Fonseca

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão de Esgoto Sanitário (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	2.387	2,34	3,46	3,90	5,24
2016	2.380	2,36	3,50	3,96	5,32
2017	2.396	2,40	3,57	4,04	5,45
2018	2.395	2,43	3,62	4,10	5,54
2019	2.400	2,46	3,68	4,17	5,65
2020	2.399	2,48	3,73	4,24	5,74
2021	2.396	2,51	3,78	4,29	5,83
2022	2.402	2,54	3,84	4,36	5,93
2023	2.405	2,57	3,90	4,43	6,03
2024	2.397	2,59	3,94	4,48	6,11
2025	2.394	2,61	3,99	4,54	6,20
2026	2.391	2,64	4,04	4,60	6,28
2027	2.394	2,66	4,09	4,67	6,38
2028	2.379	2,68	4,13	4,71	6,44
2029	2.381	2,71	4,18	4,77	6,54
2030	2.377	2,73	4,23	4,83	6,62
2031	2.371	2,75	4,27	4,88	6,70
2032	2.361	2,77	4,31	4,92	6,77
2033	2.355	2,79	4,35	4,98	6,85
2034	2.356	2,82	4,40	5,04	6,94
2035	2.356	2,84	4,45	5,10	7,03
2036	2.334	2,85	4,47	5,12	7,07

Fonte: SHS (2015)



Quadro 42 - Evolução da vazão sanitária de Major Ezequiel

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão de Esgoto Sanitário (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	483	0,47	0,70	0,79	1,06
2016	480	0,48	0,71	0,80	1,07
2017	476	0,48	0,71	0,81	1,09
2018	476	0,49	0,72	0,82	1,10
2019	474	0,49	0,73	0,83	1,12
2020	467	0,49	0,73	0,83	1,12
2021	467	0,50	0,74	0,84	1,14
2022	464	0,50	0,75	0,85	1,16
2023	458	0,50	0,76	0,86	1,16
2024	457	0,51	0,76	0,87	1,18
2025	450	0,51	0,77	0,87	1,18
2026	449	0,51	0,77	0,88	1,20
2027	446	0,51	0,78	0,89	1,21
2028	436	0,51	0,78	0,88	1,20
2029	436	0,52	0,79	0,90	1,22
2030	436	0,52	0,80	0,91	1,24
2031	432	0,52	0,80	0,91	1,24
2032	428	0,53	0,80	0,92	1,25
2033	429	0,53	0,82	0,93	1,27
2034	426	0,53	0,82	0,94	1,28
2035	422	0,54	0,82	0,94	1,29
2036	422	0,54	0,83	0,95	1,30

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 54g DBO/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 a sede e os distritos são mostrados do Quadro 43 ao Quadro 46.

Quadro 43 - Evolução da carga e concentração de DBO da sede

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão média (L/s)	Carga de DBO (kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)
2015	8.596	12,45	464,18	431,59
2016	8.638	12,70	466,45	425,13
2017	8.664	12,93	467,86	418,91
2018	8.701	13,17	469,85	412,84
2019	8.730	13,41	471,42	406,97
2020	8.755	13,64	472,77	401,27
2021	8.778	13,86	474,01	395,74
2022	8.812	14,11	475,85	390,33
2023	8.836	14,34	477,14	385,08
2024	8.862	14,58	478,55	379,98
2025	8.884	14,81	479,74	375,01
2026	8.897	15,02	480,44	370,20
2027	8.917	15,25	481,52	365,49
2028	8.924	15,45	481,90	360,92
2029	8.934	15,66	482,44	356,47
2030	8.934	15,86	482,44	352,14
2031	8.933	16,05	482,38	347,90
2032	8.931	16,24	482,27	343,75
2033	8.926	16,42	482,00	339,67
2034	8.916	16,60	481,46	335,63
2035	8.904	16,78	480,82	331,67
2036	8.882	16,94	479,63	327,69

Fonte: SHS (2015)



Quadro 44 - Evolução da carga e concentração de DBO de Barretos de Alvinópolis

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão média (L/s)	Carga de DBO (kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)
2015	260	0,38	14,04	431,59
2016	262	0,39	14,15	425,06
2017	259	0,39	13,99	417,26
2018	256	0,39	13,82	409,70
2019	250	0,39	13,50	400,73
2020	247	0,39	13,34	393,64
2021	246	0,40	13,28	387,83
2022	243	0,40	13,12	381,14
2023	240	0,40	12,96	374,63
2024	243	0,41	13,12	371,37
2025	244	0,42	13,18	367,16
2026	245	0,42	13,23	363,04
2027	243	0,42	13,12	357,63
2028	239	0,43	12,91	351,43
2029	235	0,43	12,69	345,39
2030	235	0,43	12,69	341,32
2031	234	0,43	12,64	336,90
2032	233	0,44	12,58	332,59
2033	233	0,44	12,58	328,82
2034	233	0,45	12,58	325,13
2035	233	0,45	12,58	321,53
2036	231	0,46	12,47	317,19

Fonte: SHS (2015)



Quadro 45 - Evolução da carga e concentração de DBO de Fonseca

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão média (L/s)	Carga de DBO (kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)
2015	2.387	3,46	128,90	431,59
2016	2.380	3,50	128,52	424,82
2017	2.396	3,57	129,38	419,01
2018	2.395	3,62	129,33	412,99
2019	2.400	3,68	129,60	407,20
2020	2.399	3,73	129,55	401,51
2021	2.396	3,78	129,38	395,86
2022	2.402	3,84	129,71	390,72
2023	2.405	3,90	129,87	385,50
2024	2.397	3,94	129,44	380,04
2025	2.394	3,99	129,28	374,98
2026	2.391	4,04	129,11	370,05
2027	2.394	4,09	129,28	365,52
2028	2.379	4,13	128,47	360,29
2029	2.381	4,18	128,57	355,96
2030	2.377	4,23	128,36	351,47
2031	2.371	4,27	128,03	347,00
2032	2.361	4,31	127,49	342,49
2033	2.355	4,35	127,17	338,24
2034	2.356	4,40	127,22	334,38
2035	2.356	4,45	127,22	330,57
2036	2.334	4,47	126,04	326,00

Fonte: SHS (2015)



Quadro 46 - Evolução da carga e concentração de DBO de Major Ezequiel

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão média (L/s)	Carga de DBO (kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)
2015	483	0,70	26,08	431,59
2016	480	0,71	25,92	424,33
2017	476	0,71	25,70	417,00
2018	476	0,72	25,70	411,09
2019	474	0,73	25,60	404,76
2020	467	0,73	25,22	397,21
2021	467	0,74	25,22	391,84
2022	464	0,75	25,06	385,79
2023	458	0,76	24,73	379,11
2024	457	0,76	24,68	373,96
2025	450	0,77	24,30	367,37
2026	449	0,77	24,25	362,51
2027	446	0,78	24,08	357,28
2028	436	0,78	23,54	350,41
2029	436	0,79	23,54	346,22
2030	436	0,80	23,54	342,14
2031	432	0,80	23,33	337,19
2032	428	0,80	23,11	332,36
2033	429	0,82	23,17	328,83
2034	426	0,82	23,00	324,45
2035	422	0,82	22,79	319,96
2036	422	0,83	22,79	316,47

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^{12} 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 do Quadro 47 ao Quadro 50.

Quadro 47 - 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	8.596	12,45	$8,60 \times 10^{15}$	7.992.350,92
2016	8.638	12,70	$8,64 \times 10^{15}$	7.872.810,45
2017	8.664	12,93	$8,66 \times 10^{15}$	7.757.651,13
2018	8.701	13,17	$8,70 \times 10^{15}$	7.645.264,57
2019	8.730	13,41	$8,73 \times 10^{15}$	7.536.492,41
2020	8.755	13,64	$8,76 \times 10^{15}$	7.430.969,21
2021	8.778	13,86	$8,78 \times 10^{15}$	7.328.457,79
2022	8.812	14,11	$8,81 \times 10^{15}$	7.228.257,36
2023	8.836	14,34	$8,84 \times 10^{15}$	7.131.196,27
2024	8.862	14,58	$8,86 \times 10^{15}$	7.036.630,32
2025	8.884	14,81	$8,88 \times 10^{15}$	6.944.705,34
2026	8.897	15,02	$8,90 \times 10^{15}$	6.855.504,14
2027	8.917	15,25	$8,92 \times 10^{15}$	6.768.303,11
2028	8.924	15,45	$8,92 \times 10^{15}$	6.683.771,58
2029	8.934	15,66	$8,93 \times 10^{15}$	6.601.218,84
2030	8.934	15,86	$8,93 \times 10^{15}$	6.521.028,91
2031	8.933	16,05	$8,93 \times 10^{15}$	6.442.556,96
2032	8.931	16,24	$8,93 \times 10^{15}$	6.365.749,03
2033	8.926	16,42	$8,93 \times 10^{15}$	6.290.158,24
2034	8.916	16,60	$8,92 \times 10^{15}$	6.215.374,34
2035	8.904	16,78	$8,90 \times 10^{15}$	6.141.965,02
2036	8.882	16,94	$8,88 \times 10^{15}$	6.068.408,12

Fonte: SHS (2015)



Quadro 48 - Evolução da carga e concentração de coliformes termotolerantes de Barretos de Alvinópolis

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração (org/mL)
2015	260	0,38	$2,60 \times 10^{14}$	7.992.350,92
2016	262	0,39	$2,62 \times 10^{14}$	7.871.505,14
2017	259	0,39	$2,59 \times 10^{14}$	7.726.992,15
2018	256	0,39	$2,56 \times 10^{14}$	7.586.997,42
2019	250	0,39	$2,50 \times 10^{14}$	7.420.854,81
2020	247	0,39	$2,47 \times 10^{14}$	7.289.582,07
2021	246	0,40	$2,46 \times 10^{14}$	7.182.053,70
2022	243	0,40	$2,43 \times 10^{14}$	7.058.096,88
2023	240	0,40	$2,40 \times 10^{14}$	6.937.645,34
2024	243	0,41	$2,43 \times 10^{14}$	6.877.249,61
2025	244	0,42	$2,44 \times 10^{14}$	6.799.294,60
2026	245	0,42	$2,45 \times 10^{14}$	6.723.014,83
2027	243	0,42	$2,43 \times 10^{14}$	6.622.712,28
2028	239	0,43	$2,39 \times 10^{14}$	6.507.969,99
2029	235	0,43	$2,35 \times 10^{14}$	6.396.022,53
2030	235	0,43	$2,35 \times 10^{14}$	6.320.712,03
2031	234	0,43	$2,34 \times 10^{14}$	6.238.928,35
2032	233	0,44	$2,33 \times 10^{14}$	6.159.165,32
2033	233	0,44	$2,33 \times 10^{14}$	6.089.298,86
2034	233	0,45	$2,33 \times 10^{14}$	6.020.999,69
2035	233	0,45	$2,33 \times 10^{14}$	5.954.215,64
2036	231	0,46	$2,31 \times 10^{14}$	5.873.978,87

Fonte: SHS (2015)



Quadro 49 - Evolução da carga e concentração de coliformes termotolerantes de Fonseca

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração (org/mL)
2015	2.387	3,46	$2,39 \times 10^{15}$	7.992.350,92
2016	2.380	3,50	$2,38 \times 10^{15}$	7.867.040,41
2017	2.396	3,57	$2,40 \times 10^{15}$	7.759.523,39
2018	2.395	3,62	$2,40 \times 10^{15}$	7.647.877,33
2019	2.400	3,68	$2,40 \times 10^{15}$	7.540.782,71
2020	2.399	3,73	$2,40 \times 10^{15}$	7.435.301,15
2021	2.396	3,78	$2,40 \times 10^{15}$	7.330.740,49
2022	2.402	3,84	$2,40 \times 10^{15}$	7.235.518,60
2023	2.405	3,90	$2,41 \times 10^{15}$	7.138.809,81
2024	2.397	3,94	$2,40 \times 10^{15}$	7.037.789,49
2025	2.394	3,99	$2,39 \times 10^{15}$	6.944.028,69
2026	2.391	4,04	$2,39 \times 10^{15}$	6.852.726,73
2027	2.394	4,09	$2,39 \times 10^{15}$	6.768.907,14
2028	2.379	4,13	$2,38 \times 10^{15}$	6.672.103,39
2029	2.381	4,18	$2,38 \times 10^{15}$	6.591.826,78
2030	2.377	4,23	$2,38 \times 10^{15}$	6.508.672,29
2031	2.371	4,27	$2,37 \times 10^{15}$	6.426.015,01
2032	2.361	4,31	$2,36 \times 10^{15}$	6.342.336,31
2033	2.355	4,35	$2,36 \times 10^{15}$	6.263.763,75
2034	2.356	4,40	$2,36 \times 10^{15}$	6.192.254,19
2035	2.356	4,45	$2,36 \times 10^{15}$	6.121.639,33
2036	2.334	4,47	$2,33 \times 10^{15}$	6.037.042,92

Fonte: SHS (2015)



Quadro 50 - Evolução da carga e concentração de coliformes termotolerantes de Major Ezequiel

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração (org/mL)
2015	483	0,70	$4,83 \times 10^{14}$	7.992.350,92
2016	480	0,71	$4,80 \times 10^{14}$	7.857.991,25
2017	476	0,71	$4,76 \times 10^{14}$	7.722.250,51
2018	476	0,72	$4,76 \times 10^{14}$	7.612.737,86
2019	474	0,73	$4,74 \times 10^{14}$	7.495.630,82
2020	467	0,73	$4,67 \times 10^{14}$	7.355.665,92
2021	467	0,74	$4,67 \times 10^{14}$	7.256.236,94
2022	464	0,75	$4,64 \times 10^{14}$	7.144.328,47
2023	458	0,76	$4,58 \times 10^{14}$	7.020.632,17
2024	457	0,76	$4,57 \times 10^{14}$	6.925.099,31
2025	450	0,77	$4,50 \times 10^{14}$	6.803.070,85
2026	449	0,77	$4,49 \times 10^{14}$	6.713.164,09
2027	446	0,78	$4,46 \times 10^{14}$	6.616.206,14
2028	436	0,78	$4,36 \times 10^{14}$	6.489.051,58
2029	436	0,79	$4,36 \times 10^{14}$	6.411.547,66
2030	436	0,80	$4,36 \times 10^{14}$	6.335.873,28
2031	432	0,80	$4,32 \times 10^{14}$	6.244.220,98
2032	428	0,80	$4,28 \times 10^{14}$	6.154.861,15
2033	429	0,82	$4,29 \times 10^{14}$	6.089.403,97
2034	426	0,82	$4,26 \times 10^{14}$	6.008.412,82
2035	422	0,82	$4,22 \times 10^{14}$	5.925.167,42
2036	422	0,83	$4,22 \times 10^{14}$	5.860.480,95

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.

O rio do Peixe, rio Piracicaba e ribeirão Sem-Peixe, que são os 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, os efluentes despejados nesses corpos hídricos devem 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 com a água; 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 neste plano são muito superiores aos padrões permitidos pela Resolução. Dessa forma, para que a legislação seja atendida e para que sejam evitados maiores prejuízos à saúde humana e do meio ambiente, é necessária a implantação de 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 (%);

S_o = concentração inicial;

S_f = concentração final.

A fim de calcular uma remoção que seja satisfatória para todo o período em questão, é necessário adotar o maior valor de concentração de DBO estimado. Tanto para a sede quanto para os distritos, esse valor acontece em 2015 e é o mesmo valor para todos. Dessa forma, através da Equação 16, temos para DBO:

$$E = \frac{431,59 - 5}{431,59} \times 100 = 98,84\%$$

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 é o mesmo para a sede e para os distritos e aparece em 2015. Então, tem-se:

$$E = \frac{7.992.350,91 - 100.000}{7.992.350,91} \times 100 = 98,75\%$$

Sendo assim, os lançamentos dos esgotos sanitários do município só poderão ser feitos, caso sofram um processo de tratamento capaz de remover mais de 98,8% 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 distritos, deve conter esses dois processos: tratamento



biológico e desinfecção. Somente dessa forma, os lançamentos dos efluentes nos corpos receptores estarão 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 Alvinópolis passem por tratamento adequado antes de serem lançados nos corpos hídricos do município. Dessa forma, é indispensável que seja criada uma alternativa para tratamento dos mesmos.

Existem, então, duas alternativas possíveis para que essa demanda seja atendida. 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 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 os distritos 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.

Para a sede, a alternativa mais viável é a construção de uma ETE. Para escolher o melhor local para a instalação de uma ETE, alguns critérios devem ser levados em consideração. O primeiro deles é a análise da proximidade com a área urbana. Uma vez que este plano tem um horizonte de 20 anos, é importante conhecer o vetor do



crescimento urbano, para que se evite que a ETE seja implantada nas proximidades da zona de expansão do município. É importante fazer uma avaliação dos possíveis odores, ruídos, geração de tráfego de veículos e incômodos gerais que venham a se instalar nas áreas vizinhas ou próximas.

Outro ponto que deve ser considerado é a topografia local. Optando-se por um local de cotas mais baixas, a necessidade de implantação e manutenção de estações elevatórias são menores, uma vez que é possível que o esgoto coletado chegue à ETE por gravidade. Dessa forma, são diminuídos os custos e complexidade de instalação de uma nova rede coletora.

Também é preciso atentar para a proximidade da ETE com o corpo receptor, pois assim torna-se mais fácil o lançamento do esgoto tratado. Além disso, o ponto de lançamento deve estar situado a jusante da malha urbana, evitando-se assim que o efluente, mesmo que tratado, passe por dentro da cidade.

Como citado anteriormente, o município de Alvinópolis não possui Plano Diretor Municipal ou qualquer outro tipo de diretriz com os rumos de sua expansão urbana, dessa forma não foi possível levar em consideração esse critério para fazer a escolha de um possível local para a ETE.

As alternativas de localização das ETEs, tanto para a sede quanto para os distritos, apresentadas no item 3.1.5, representam apenas uma proposta, levando em consideração alguns aspectos importantes. Mas, é fundamental ressaltar que são necessários estudos mais aprofundados para que se possa afirmar com maior precisão qual a melhor localização. Neste caso, é indispensável que sejam feitos Estudos de Viabilidade Econômico-Ambiental, Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório Ambiental Preliminar (RAP), Estudo de Impacto de Vizinhança, etc., conforme solicitado pela agência ambiental do Estado de Minas Gerais.

Para as localidades mais afastadas, distritos e áreas rurais, que atualmente usam fossas rudimentares ou lançam os esgotos *in natura* nos corpos hídricos, pode-se optar por fossas sépticas, como forma de tratamento dos esgotos.

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 proposição de objetivos, metas, programas e ações. O Quadro 51 apresenta a Matriz SWOT gerada para o sistema de esgotamento sanitário presente no município.



Quadro 51 - Matriz SWOT do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)

	PONTOS POSITIVOS FORÇAS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS FRAQUEZAS
Ambiente Interno	1. Atendimento da demanda -100% da área urbana da sede possui coleta.	1. Atendimento da demanda 2. Perfil Institucional 3. Sistema Operacional 4. Sistema de Informações	1. Atendimento da demanda: - No distrito de Fonseca parte dos esgotos corre a céu aberto. 2. Perfil Institucional: - Não há procedimentos sistemáticos institucionalizados que viabilizem a gestão sustentável dos sistemas de esgotamento sanitário do município. 3. Sistema Operacional: - Não há tratamento nem na sede e nem nos distritos, assim os efluentes são encaminhados <i>in natura</i> para os corpos hídricos do município. - Não há periodicidade estabelecida na manutenção preventiva dos equipamentos que compõem o SES.
Ambiente Externo	OPORTUNIDADES 5. Legislação e normatização do setor: - As Lei Federais 11.445/07, 12.305/10 e seus decretos regulamentadores são oportunidades de adequação dos sistemas de saneamento básico e melhoria da qualidade de vida dos cidadãos.	5. Legislação e normatização do setor 6. Sustentabilidade econômica	AMEAÇAS 4. Sistema de Informações - Ausência de sistematização para a coleta, armazenamento e recuperação de dados administrativos e operacionais. 5. Legislação e normatização do setor - Não há monitoramento da quantidade e qualidade dos efluentes enviados aos cursos hídricos. 6. Sustentabilidade econômica - Não há tarifação pela coleta e tratamento de esgotos.



Considerando-se todas estas questões, partiu-se para a proposição de objetivos e metas para o setor de esgotos de Alvinópolis.

Para o sistema de esgotamento sanitário foram propostos cinco objetivos específicos, de acordo com os aspectos do SES e com as características de Alvinópolis levantadas na etapa do diagnóstico técnico-participativo, bem como o cenário normativo como norte para o alcance das metas. Os objetivos são descritos a seguir.

- 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 52 são apresentadas as metas para cada objetivo proposto, de forma sistematizada, além dos prazos para cada meta.



Quadro 52 - 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 (sede e distritos).	Imediato
	1.2. Implementar tratamento de esgotos em 100% da área urbana (sede e distritos).	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.	Longo
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.	Curto
	3.2. Sistematizar, por meio de manuais, a operação das ETEs.	Longo
	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 53 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\$ 14.360.500,00** (quatorze milhões, trezentos e sessenta mil e quinhentos reais).



Quadro 53 - 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.	X				140.000,00	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: 60 km
2.1.1.02	Ação 2: Avaliar, a partir do cadastro, sistema existente na sede quanto a sua funcionalidade e necessidade de ampliações, substituições e adequações.	X				50.000,00	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: 210 horas
2.1.1.03	Ação 3: Projetar, a partir da avaliação, as ampliações, substituições e adequações necessárias à rede coletora, principalmente para atender os locais sem coleta de esgoto ou com coleta deficitária.	X				230.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
2.1.1.04	Ação 4: Elaborar minuciosamente o cadastro do sistema existente para cada distrito.	X				220.000,00	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: 90 km
2.1.1.05	Ação 5: Avaliar, a partir do cadastro, sistema existente em cada distrito quanto a sua funcionalidade e necessidade de ampliações, substituições e adequações.	X				50.000,00	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: 210 horas
2.1.1.06	Ação 6: Projetar, a partir da avaliação, as ampliações, substituições e adequações necessárias à rede coletora, principalmente para atender os locais sem coleta de esgoto.	X				280.000,00	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: Projetar Estação de Tratamento de Esgoto para a sede e para cada distrito.	X				360.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
2.1.1.08	Ação 8: Realizar as obras dos projetos da sede e distritos.	X				5.934.500,00	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.



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: Implementar Projeto de “Caça Esgoto” para identificar lançamentos clandestinos e efetuar as ligações prediais não conectadas à rede pública, de acordo com levantamento da campanha.	X				10.000,00	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: *30 horas; **40 horas
2.1.2.10	Ação 10: Elaborar minuciosamente o cadastro do sistema existente nas comunidades rurais agrupadas (rede coletora e lançamentos).	X				180.000,00	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: 90 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				50.000,00	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
2.1.2.12	Ação 12: Projetar, a partir da avaliação, as ampliações, substituições e adequações necessárias à rede coletora das comunidades rurais agrupadas.	X				190.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
2.1.2.13	Ação 13: Projetar, a partir dos novos projetos de rede coletora, o tratamento do esgoto (ETE) das comunidades rurais agrupadas.	X				200.000,00	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				160.000,00	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 das comunidades rurais.	X	X			1.400.000,00	C= custo unitário (R\$/hab) para tratamento de esgotos x população atendida 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				130.000,00	C=área mínima estimada de levantamento x custo unitário (ha) *Fonte: Banco de engenharia Consultiva da SABESP, 2015 ref: Levantamento Planialtimétrico cadastral de área 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
2.2.2.17	Ação 17: Instalar módulos sanitários nas propriedades sem banheiro (Programa de Esgotamento Sanitário Rural).	X				720.000,00	C=n° domicílio x custo unitário do módulo= mão de obra e materiais (pedreiro) Fonte: Leroy Merlin ref: R\$ 800,00/módulo Tabela de Insumo SABESP (2015) ref: Pedreiro:R\$ 7,78/h N° domicílio: 400 domicílios N°horas profissionais: 45.000
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			900.000,00	C=n° domicílio x custo unitário de fossa biodigestora Fonte: Leroy Merlin ref: R\$ 2250,00/unidade N° de domicílios: 400
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	500.000,00	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				*	
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



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
2.3.1.25	Ação 25: Avaliar o quadro de funcionários para verificar as necessidades de novas contratações frente às novas instalações e ampliações dos sistemas.	X	X	X	X	50.000,00	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: 360 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	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 treinamento: 1/ano Quantidade de profissionais participante: 8 pessoas Duração do treinamento: 4 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	X	X	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	40.000,00	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: * 165 horas; **120 horas
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	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: 20 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
2.3.3.32	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	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: 5 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, conseqüentemente, 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
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



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
2.4.2.37	Ação 37: Realizar análises laboratoriais para o monitoramento da eficiência das ETES.	X	X	X	X	700.000,00	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	400.000,00	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				20.000,00	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: 95 horas
2.5.1.41	Ação 41: Realizar eventos públicos (como audiências) periodicamente, com o intuito de informar a população sobre a situação dos SES no município e receber sugestões/reclamações.	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 N° de eventos:3 eventos/ano N° médio de participantes:30 pessoas
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	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:1 evento/ano N° 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		



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
2.5.3.45	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	1.000.000,00	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	130.000,00	C=SM*x n° entrevistadoresx17anos *SM: valor do salário mínimo nacional vigente pago uma vez ao ano N° de entrevistadores: 8 pessoas

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

R\$ 14.360.500,00

*: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” foi proposto 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 que caracterize esses lançamentos indevidos como infrações e que defina os meios de punição do infrator. Assim ficaria a cargo do(a):

- Prefeitura Municipal: fornecer informações existentes e estrutura técnica, disponibilizando funcionários para visitas a campo e vistorias periódicas, além de 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.
- Câmara Municipal: legislar sobre o assunto para fornecer instrumentos legais para o controle do problema.
- Ministério Público: fornecer estrutura para meios de punição dos infratores, disponibilizando agentes para a aplicação de multas e sanções.

3.4.2. Localidades rurais

Localidades rurais são lugares formados por agrupamentos de casas mais ou menos dispersas situadas nas áreas rurais do município. O município de Alvinópolis 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.

Ressalta-se que a sede e os distritos de Alvinópolis possuem SES semelhantes aos de localidades rurais, com sistema de esgotamento sanitário coletivo, cujas ações são detalhadas no item 3.4.2.1. Assim, a seguir são descritos os tipos de situação adotados nas localidades rurais e indicadas as ações que devem ser tomadas para sua adequação.

3.4.2.1. 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, caso de Terras. 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.



3.4.2.2. Sistema de esgotamento sanitário individualizado

No meio rural existem diversas localidades com soluções individualizadas, ou seja, cada propriedade tem seu esgotamento sanitário específico, como ocorre em Dias, Gravatá e Sertão. 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).

3.4.3. 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 Secretaria de Obras, 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 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, e 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.

4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais

4.1. Diagnóstico

4.1.1. Considerações preliminares

Para o diagnóstico da situação do sistema de drenagem de águas pluviais foram realizadas consultas e análises de documentos disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Alvinópolis, especificamente pela Secretaria de Obras Públicas e Secretaria do Planejamento.

Também foram realizadas visitas técnicas para análise das condições atuais das estruturas hidráulicas de drenagem existentes, bem como do sistema de drenagem natural.

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 talwegues, cursos d'água, independentemente da execução de obras específicas e tampouco da localização de extensas áreas urbanizadas, por ser o escoamento 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 atender 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.

Segundo a FEAM (2013), 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 54 apresenta os efeitos da urbanização na drenagem urbana.

Quadro 54 - 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 (2013)



4.1.2. Infraestrutura atual do sistema

De acordo com as informações fornecidas pela prefeitura de Alvinópolis, a atuação do poder público no sistema de drenagem urbana do município é coordenada pela Prefeitura Municipal e executada através da Secretaria Municipal de Obras, que trabalha na desobstrução das redes.

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 Rua Monsenhor Bicalho, 201, Centro, podendo ser acionada pelos telefones (31) 35950-000, (31) 3855-1290 e (31) 3855-1499. 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.

A infraestrutura da drenagem urbana do município de Alvinópolis pode ser considerada deficitária, de uma maneira geral, ou seja, faltam dispositivos de drenagem urbana, tanto no distrito sede, como nos distritos propriamente ditos.

Alvinópolis possui três distritos: Barretos de Alvinópolis, Fonseca e Major Ezequiel. Fonseca, o maior deles, está localizado a extremo sudoeste da sede municipal.

Para avaliar a infraestrutura do município, foram percorridos os distritos e averiguadas algumas características e dimensões de pontes, locais atingidos por inundações e evidências desse fato, como por exemplo, casas com marcas d'água, locais com problemas de erosão, entre outros. Além da avaliação nos distritos, também foram avaliadas outras quatro comunidades do município: Dias, Gravatá, Sertão e Terras.



De uma maneira geral, pode-se afirmar que em toda a área urbana do município o sistema de drenagem existente é insuficiente para transportar as vazões de cheia do local. As estruturas de micro e macro drenagem, em geral, não recebem a manutenção necessária, prejudicando ainda mais a capacidade de escoamento das estruturas. Para um melhor detalhamento do sistema de drenagem municipal, este foi detalhado a seguir a sede e cada um dos distritos.

Ressalta-se ainda que o município não possui cartografia de áreas de risco de enchentes e inundações, assim as áreas críticas foram levantadas durante as visitas técnicas e estão detalhadas a seguir.

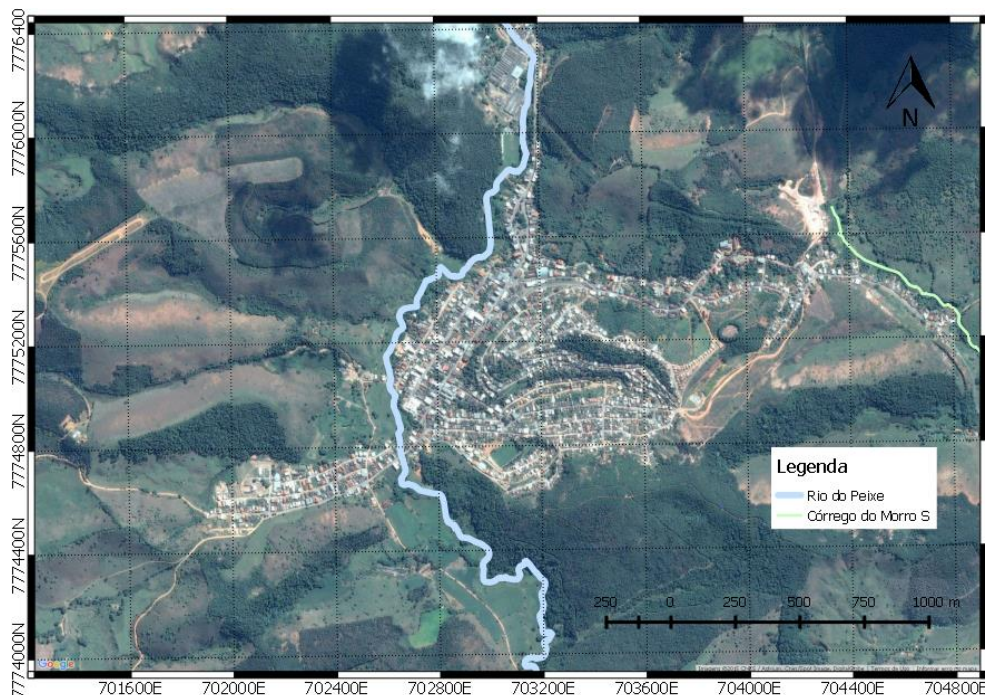
4.1.2.1.1. Sede Municipal de Alvinópolis

A sede municipal de Alvinópolis (Figura 57) está instalada às margens do rio do Peixe.

O município, em sua estrutura urbana, apresenta uma rede de drenagem ineficiente e em mau estado de conservação, com problemas tanto nos dispositivos de macro quanto de microdrenagem.

Os principais corpos hídricos que cortam o local são: o rio do Peixe e o córrego Morro do S.

Figura 57 - Vista panorâmica da sede municipal de Alvinópolis



Fonte: Adaptado do Google Earth (2015)



4.1.2.1.2. Barretos de Alvinópolis

O distrito de Barretos de Alvinópolis (Figura 58), com uma população de 1600 habitantes segundo Censo 2010, está situado a uma distância aproximada de 25km da sede municipal.

Possui problemas relacionados tanto à micro quanto à macrodrenagem. O principal corpo hídrico que corta o distrito é o córrego Barreto.

Figura 58 - Vista panorâmica do distrito de Barretos de Alvinópolis



Fonte: Adaptado do Google Earth (2015)

4.1.2.1.3. Fonseca

Fonseca (Figura 59) é o distrito com o maior contingente populacional, com uma população de 4888 habitantes, segundo Censo 2010, e está situado a uma distância aproximada de 32km da sede municipal. O principal corpo hídrico que corta a localidade é o rio Piracicaba.

O distrito possui problemas relacionados à micro e macrodrenagem em épocas de cheias.



Figura 59 - Vista panorâmica do distrito de Fonseca



Fonte: Adaptado do Google Earth (2015)

4.1.2.1.4. Major Ezequiel

Major Ezequiel (Figura 60) é o distrito situado à menor distância da sede, aproximadamente 13km. É o distrito com o menor contingente populacional, 1335 habitantes.

Major Ezequiel apresenta problemas relacionados à microdrenagem, resultantes da ausência de infraestrutura drenagem. O principal corpo hídrico da localidade é o ribeirão Sem Peixe.

Figura 60 - Vista panorâmica do distrito de Major Ezequiel



Fonte: SHS (2015)

4.1.2.1.5. Comunidades

4.1.2.1.5.1. Dias

Dias está a aproximadamente 6 km de distância da sede do município, sob as coordenadas UTM: (23K 0700133 m E; 7777499 m S) e possui cerca de 60 residências.

4.1.2.1.5.2. Gravatá

Gravatá está a aproximadamente 6,7 km de distância da sede do município, sob coordenadas UTM: (23K 0702984 m E; 7770230 m S).

4.1.2.1.5.3. Sertão

Sertão está a aproximadamente 5 km de distância da sede do município, sob coordenadas UTM: (23K 0708182 m E; 7773464 m S).

4.1.2.1.5.4. Terras

Terras é próxima ao distrito de Barretos de Alvinópolis sob as coordenadas UTM: (23K 0686875 m E; 778187 m S).

4.1.2.2. Infraestrutura atual da microdrenagem

4.1.2.2.1. Infraestrutura da microdrenagem na sede municipal

A microdrenagem na sede municipal é falha e apresenta muitos problemas, sendo sua ausência em alguns pontos o pior deles.

Dentre os problemas percebidos estão:

- Existência de uma grande diversidade de dispositivos coletores, muitos deles não funcionais para a manutenção preventiva, ou até mesmo sem gradeamento (Figura 61).
- Vias sem nenhuma ou com poucas bocas de lobo e ausência de sarjetas, o que indica rede pouco ramificada (Figura 62).
- Vias sem pavimentação, o que impede a instalação de infraestrutura de microdrenagem. Além disso, em vias adjacentes a rede de drenagem sofre colmatação ocasionada pela ausência de pavimentação adequada (Figura 63).
- Lançamento de esgotos nas redes de águas pluviais ou redes de drenagem.
- Locais com alta declividade associada a uma drenagem ineficiente.

Figura 61 - Aspectos das bocas de lobo



Fonte: SHS (2015)

Figura 62 - Vias sem microdrenagem ou microdrenagem insuficiente



a- Via com poucas bocas de lobo e ausência de sarjetas.



b- Via com poucas bocas de lobo e ausência de sarjetas.



c- Via com poucas bocas de lobo



d- Via com poucas bocas de lobo

Fonte: SHS (2015)



Figura 63 - Via sem pavimentação e ausência de microdrenagem



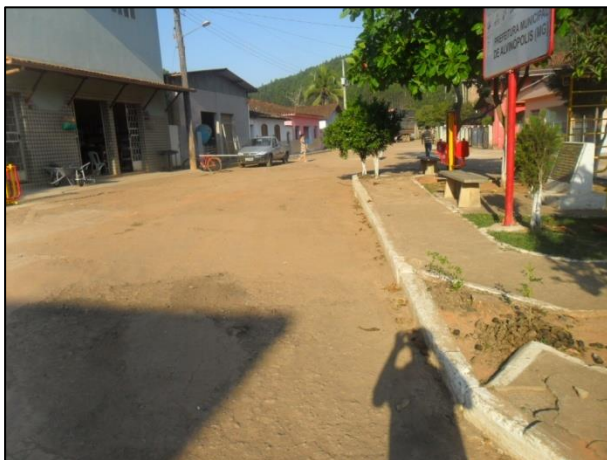
Fonte: SHS (2015)

4.1.2.2.2. Infraestrutura atual da microdrenagem de Barretos de Alvinópolis

As vias do distrito de Barretos de Alvinópolis são parcialmente pavimentadas. Algumas são constituídas de bloquetes sextavados. Não há rede de drenagem no distrito (Figura 64). Em alguns pontos são constantes os alagamentos.

As vias pavimentadas com bloquetes sextavados, por serem mais permeáveis que o revestimento asfáltico, são importantes na absorção, porém em altos deflúvios a saturação do solo somada à falta de microdrenagem resulta em alagamentos temporários.

Figura 64 - Aspectos das vias pavimentadas recentemente e com microdrenagem



Fonte: SHS (2015)



4.1.2.2.3. Infraestrutura atual da microdrenagem de Fonseca

Há poucas vias pavimentadas no distrito. Apenas as vias pavimentadas recentemente possuem infraestrutura de microdrenagem (Figura 65).

Segundo moradores, há relatos de lançamento de esgoto na rede de microdrenagem.

Em vias que não possuem microdrenagem e que estão associadas a altas declividades há sérios problemas aos moradores em épocas de altos deflúvios.

Em alguns pontos a rede de drenagem sofre colmatção ocasionada pela ausência de pavimentação adequada.

Figura 65 - Características das vias e infraestrutura de microdrenagem



a - Colmatção da rede de microdrenagem



b- Via sem pavimentação



c- Via pavimentada

Fonte: SHS (2015)

4.1.2.2.4. Infraestrutura atual da microdrenagem de Major Ezequiel

De modo geral, a microdrenagem é falha, com poucos pontos de coleta em todo o distrito. Na via principal, por exemplo, há somente dois pares de caixas coletoras em aproximadamente 400m de via (Figura 66).

Existe grande diversidade de dispositivos coletores, muitos deles não funcionais para manutenção preventiva, ou até mesmo sem gradeamento (Figura 67).

Em alguns pontos da microdrenagem são lançados os esgotos de algumas residências (Figura 68).

Figura 66 - Aspectos das vias pavimentadas de Major Ezequiel



a- Aspecto da via principal b- Aspecto da via principal

Fonte: SHS (2015)

Figura 67 - Aspectos das bocas de lobo



Fonte: SHS (2015)

Figura 68 - Lançamento de esgoto na rede de microdrenagem



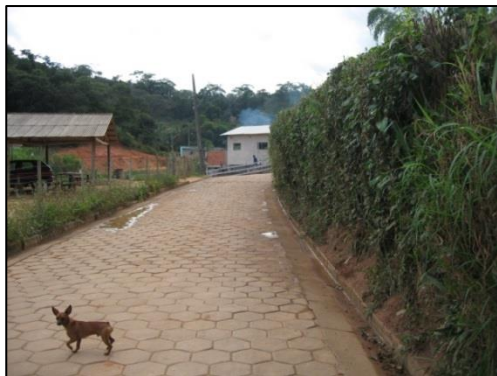
Fonte: SHS (2015)

4.1.2.2.5. Infraestrutura atual da microdrenagem das comunidades de Alvinópolis

4.1.2.2.5.1. Dias

Dias possui cerca de 60 residências e sua rede de microdrenagem é pontual e insuficiente, conforme Figura 69.

Figura 69 - Aspectos das vias da comunidade Dias



a- Via pavimentada sem microdrenagem



b- Via não pavimentada

Fonte: SHS (2015)

4.1.2.2.5.2. Gravatá

A rede de drenagem é pontual (Figura 70), porém a geografia não favorece ao alagamento. Parte das vias possuem pavimentação (Figura 71).

Figura 70 - Aspectos da microdrenagem de Gravatá



Fonte: SHS (2015)

Figura 71 - Aspectos das vias da comunidade de Gravatá



g- Via principal da comunidade

h- Via principal da comunidade

Fonte: SHS (2015)

4.1.2.2.5.3. Sertão

Não existe nenhuma rede de drenagem local e as vias não são pavimentadas (Figura 72).

Figura 72 - Vias da comunidade Sertão



Fonte: SHS (2015)



4.1.2.2.5.4. Terras

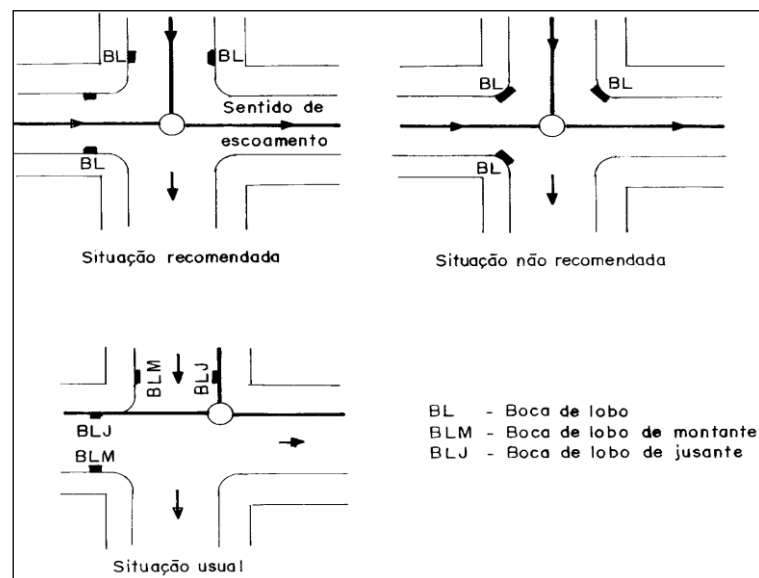
Não existe nenhuma rede de drenagem local, e as vias não são pavimentadas.

4.1.2.2.6. Aspectos técnicos legais e estruturais para idealização do sistema de microdrenagem

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 73 ilustra as condições adequadas e inadequadas de colocação das bocas de lobo.

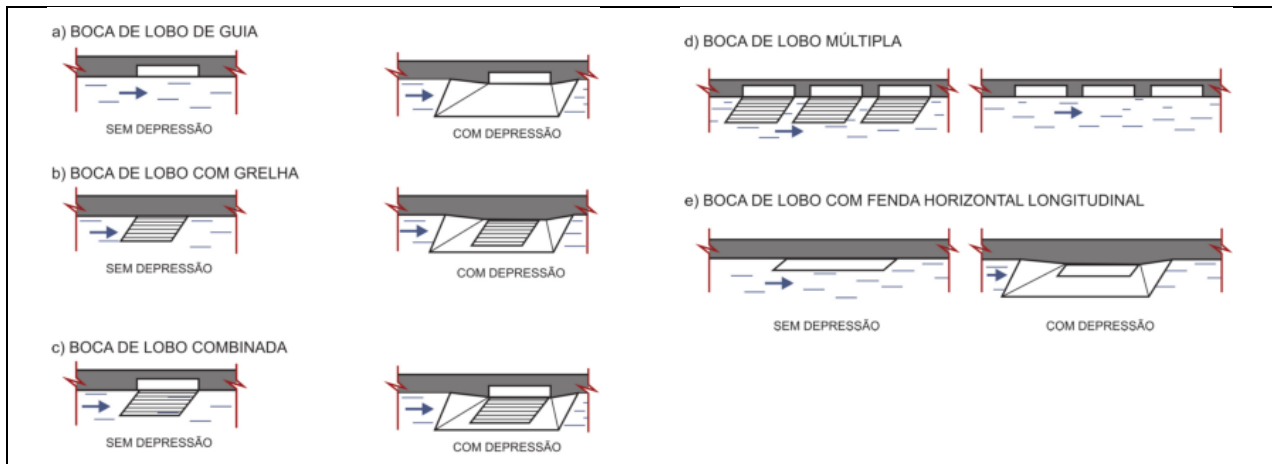
Figura 73 - Rede coletora



Fonte: TUCCI (1993)

As configurações das bocas de lobo podem ser realizadas conforme Figura 74 (SMDU, 2012).

Figura 74 - Configurações de bocas de lobo



Fonte: SMDU (2012)

De acordo com Tucci (1993), a capacidade de engolimento da boca de lobo é determinada segundo a equação abaixo, 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 (m³/s);

h: altura da lâmina de água (m);

L: o comprimento da soleira (m).

Outro dispositivo importante que deve ser considerado na drenagem do município é o dissipador. A norma DNIT 022/2006 define como dissipadores de energia os “dispositivos que visam 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 dispositivos, 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, nos pontos de passagem de corte-aterro.

As informações técnicas citadas devem ser consideradas na formulação e expansão da rede de drenagem do município.



4.1.2.2.7. Manutenção da microdrenagem

4.1.2.2.7.1. Manutenção da microdrenagem na sede municipal

Não existe plano de manutenção da microdrenagem implementado, como também não há registros de que exista manutenção periódica e preventiva.

As grades de alguns dispositivos de coleta de água, bocas de lobo, não são funcionais, pois impedem uma manutenção periódica, já que são fixas.

Foram encontradas bocas de lobo sem o gradeamento, o que exige uma manutenção com maior assiduidade.

4.1.2.2.7.2. Manutenção da microdrenagem de Barretos de Alvinópolis

Não existem relatos de manutenção preventiva no distrito de Barretos de Alvinópolis, como também não há planejamento para a implementação de dispositivos de drenagem. Há manutenção apenas quando o sistema deixa de operar.

A falta de planejamento é perceptível quando se analisa a deficiência da rede de drenagem existente.

4.1.2.2.7.3. Manutenção da microdrenagem de Fonseca

Não existem relatos de manutenção preventiva no distrito de Fonseca como também não há planejamento para a implementação de dispositivos de drenagem. Há manutenção apenas quando o sistema deixa de operar.

Existe falta de planejamento da abrangência dos dispositivos de drenagem, e faltam equipamentos de drenagem que impeçam o refluxo no sistema de drenagem.

4.1.2.2.7.4. Manutenção da microdrenagem de Major Ezequiel

Não existem relatos de manutenção preventiva no distrito de Major Ezequiel, como também não há planejamento para a implementação de dispositivos de drenagem. Há manutenção apenas quando o sistema deixa de operar.

A falta de planejamento é perceptível quando se analisa a carência da rede de drenagem que é praticamente inexistente, sobretudo nas vias principais.

4.1.2.2.7.5. Manutenção da microdrenagem nas comunidades de Alvinópolis

Não há nenhum tipo de manutenção preventiva nas comunidades.

4.1.2.3. Infraestrutura atual da macrodrenagem

4.1.2.3.1. Infraestrutura atual da macrodrenagem na sede municipal

O principal corpo hídrico que atravessa a sede municipal de Alvinópolis é o rio do Peixe. Esse rio nasce ao norte da sede, no próprio município, e ganha volume

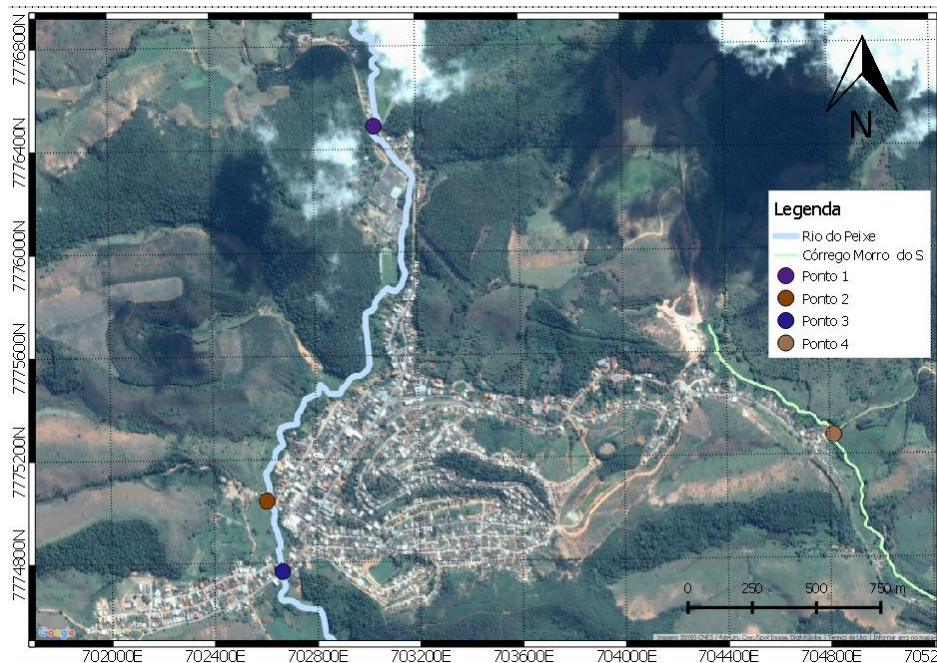


próximo à sede, devido seus afluentes. Posteriormente, o rio passa por mais dois municípios, Dom Silvério e Rio Doce, antes de desaguar no rio Doce.

A fim de compreender e amostrar a macrodrenagem da sede municipal adequadamente, foi necessário visitar os pontos relacionados a eventos de inundações anteriores ou pontos de acesso aos corpos hídricos (Figura 75). Coincidentemente, na maioria das vezes, os pontos de inundações estão relacionados às pontes mal projetadas. Porém, invariavelmente, as pontes são as melhores formas de acesso para visualizar o canal de um corpo hídrico.

Ao todo foram analisados cinco pontos e quatro pontes, colhidas as coordenadas e suas dimensões (Quadro 55).

Figura 75 - Pontos visitados e hidrografia de Alvinópolis



Fonte: SHS (2015)

Quadro 55 - Pontes amostradas na sede municipal de Alvinópolis

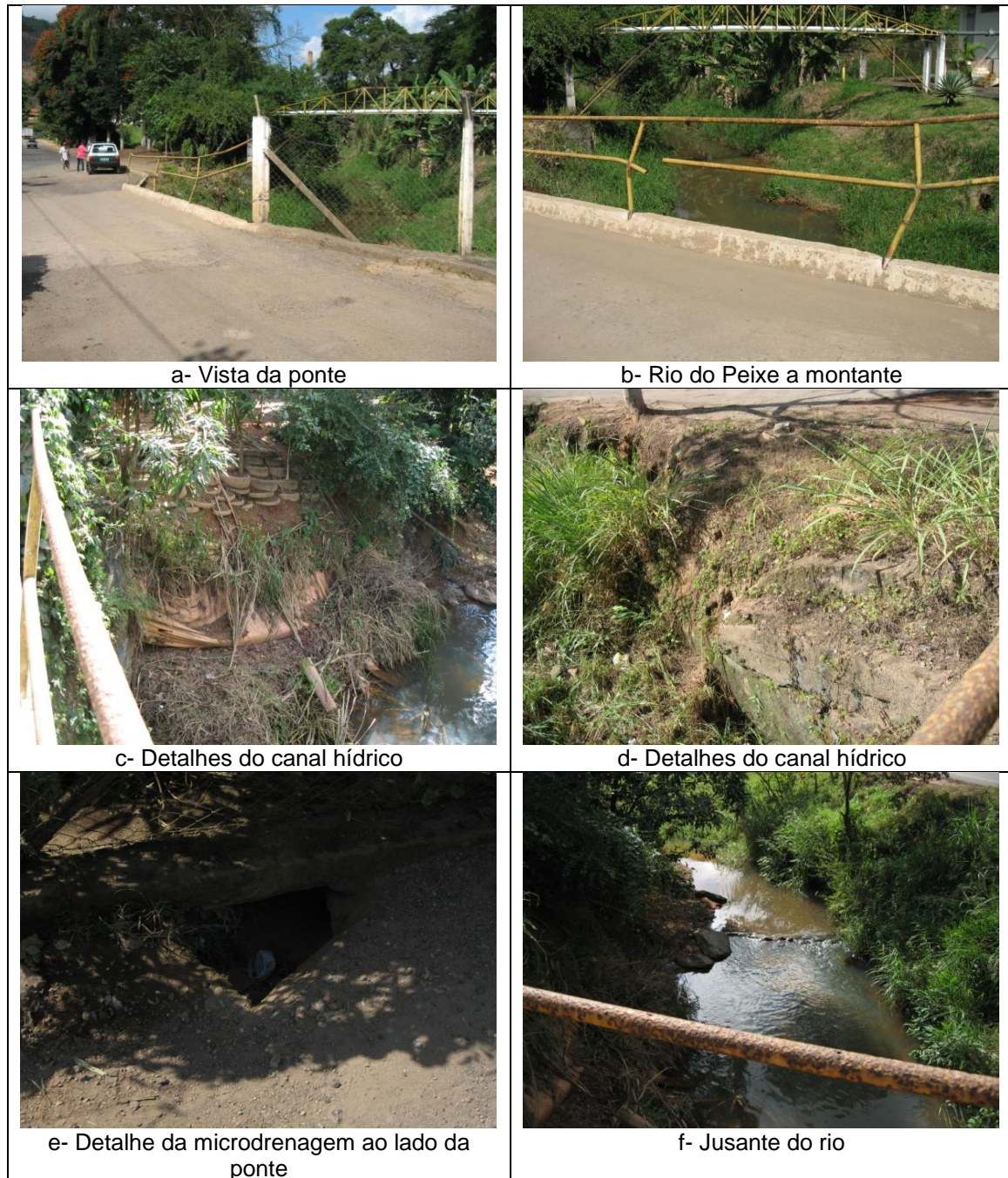
Pontes da Sede				
Nº	Comprimento	Altura	Diâmetro	Coordenadas
	m			
1	6,40	3,00		703036.76 m E, 7776489.47 m S
2	6,60	3,22		702606.89 m E, 7775039.51 m S
3	11,80	3,00		702664.91 m E, 7774765.12 m S
4			2x(1)	704816.28 m E, 7775275.17 m S

Fonte: SHS (2015)



O primeiro ponto visitado (Figura 76) foi uma ponte de 6,4m de comprimento e 3m de altura. Essa ponte está sobre o rio do Peixe, sendo a primeira ponte da zona urbana da sede com a qual o rio do Peixe tem contato. Nesse ponto, o rio já possui vazão considerável. Também é possível visualizar a queda de talude do canal hídrico, o que pode levar ao assoreamento do ponto.

Figura 76 - Primeiro ponto visitado



Fonte: SHS 2015



O segundo ponto amostrado (Figura 77) possui uma ponte de 6,6m de comprimento e 3,22m de altura que também está sobre o rio do Peixe, a jusante do primeiro ponto amostrado. Nesse local, segundo relatos, há inundações com nível d'água atingindo cerca de 1 m de altura acima da ponte. Também foi observado que não existe pavimentação nas vias do entorno e nem vegetação nas margens do rio (APPs).

Figura 77 - Segundo ponto amostrado



Fonte: SHS (2015)

O terceiro ponto analisado (Figura 78) foi uma ponte, também sobre o rio do Peixe, em um local onde há relatos de inundações e grande quantidade de descarga de esgoto *in natura*. Cabe ressaltar que essa ponte está situada em uma região considerada como “foz” de duas pequenas bacias hidrográficas (Figura 79), porém sem definição exata de seus pontos finais de lançamento.

Figura 78 - Terceiro ponto analisado



Fonte: SHS (2015)



Figura 79 - Confluência de bacias hidrográficas



Fonte: Adaptado do Google Earth (2015)

O quarto ponto amostrado (Figura 80) foi uma ponte sobre um afluente do rio do Peixe, o córrego do Morro S. Essa ponte está sobre dois tubos de 1m de diâmetro cada.

Figura 80 - Quarto ponto amostrado



Fonte: SHS (2015)

No quinto e último ponto visitado, não foi possível constatar se existia somente esgoto ou esgoto e drenagem. Esse lançamento flui para o córrego do Morro S. Foi possível constatar grande carga de esgoto *in natura*.

Figura 81 - Quinto ponto visitado



Fonte: SHS (2015)

4.1.2.3.2. Infraestrutura atual da macrodrenagem de Barretos de Alvinópolis

A macrodrenagem do distrito de Barretos de Alvinópolis, assim como a microdrenagem, também não foi planejada.

O corpo hídrico mais importante que passa pelo distrito, como já foi dito, é o córrego Barreto, formado pelos córregos Cedro e Peroba.

Não existem grandes relatos de inundação que atinge a comunidade. Apenas em dois pontos a inundação é recorrente (duas pontes). Para detalhar melhor a hidrografia do distrito foram analisadas as duas pontes sobre o córrego Barreto e seu canal (Figura 82).

Figura 82 - Hidrografia do distrito de Barretos de Alvinópolis e pontos amostrados



Fonte: Adaptado do Google Earth (2015)

A primeira ponte (coord. 23 K 0689067 E, 7780895 S) fica em um ponto onde há um tubo de 1m de diâmetro. Quando a região alaga, a água do rio chega a passar por cima da estrada, impedindo o acesso (Figura 83).

Figura 83 - Primeiro ponto visitado em Barretos de Alvinópolis



Fonte: SHS (2015)

A segunda ponte (coord. 23 K 0687992 E, 7781328 S) fica na estrada que liga o município ao povoado de Baixada. Quando chove, também chega a passar por cima da estrada impedindo o acesso. O tubo nesse ponto também é de 1m de diâmetro (Figura 84).



Figura 84 - Segunda ponte amostrada em Barretos de Alvinópolis



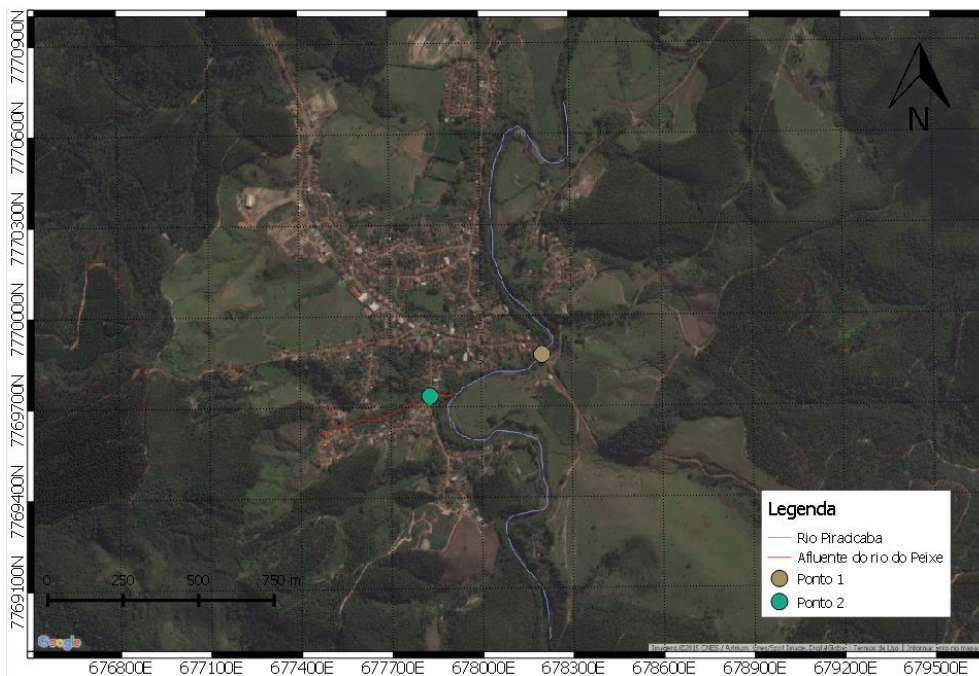
Fonte: SHS (2015)

4.1.2.3.3. Infraestrutura atual da macrodrenagem de Fonseca

O principal corpo hídrico do distrito de Fonseca é o rio Piracicaba. Há registros de que em janeiro de 2009 houve uma inundação decorrente da elevação do nível desse rio.

A fim de entender melhor a macrodrenagem do distrito, foram visitadas duas pontes sobre os principais corpos hídricos.

Figura 85 - Distrito de Fonseca e sua hidrografia



Fonte: Adaptado do Google Earth (2015)



A primeira e principal ponte de acesso ao distrito (coord. 23 K 0677069 E; 7772627 S) fica sobre o rio Piracicaba e tem 50m de comprimento por 8m de altura. Há registro de inundação em 2009 (Figura 86).

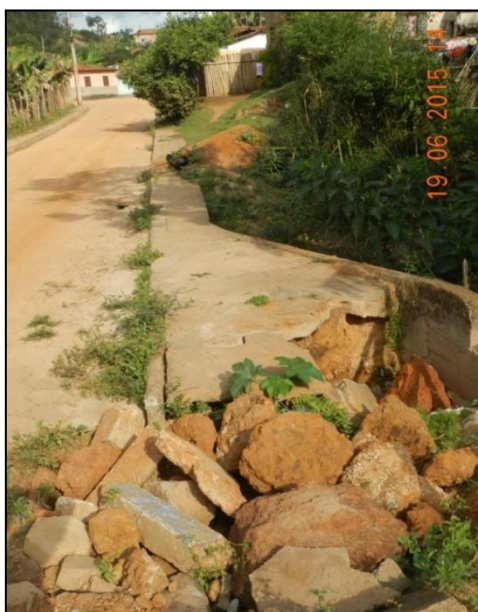
A segunda ponte, de 4,8m de comprimento por 2,6m de altura, localiza-se sobre um afluente do rio Piracicaba e é instalada sob as coordenadas (23 K 677.902 E, 7.769.641 S) (Figura 87).

Figura 86 - Primeira ponte amostrada em Fonseca



Fonte: SHS (2015)

Figura 87 - Segunda ponte visitada em Fonseca



Fonte: SHS (2015)

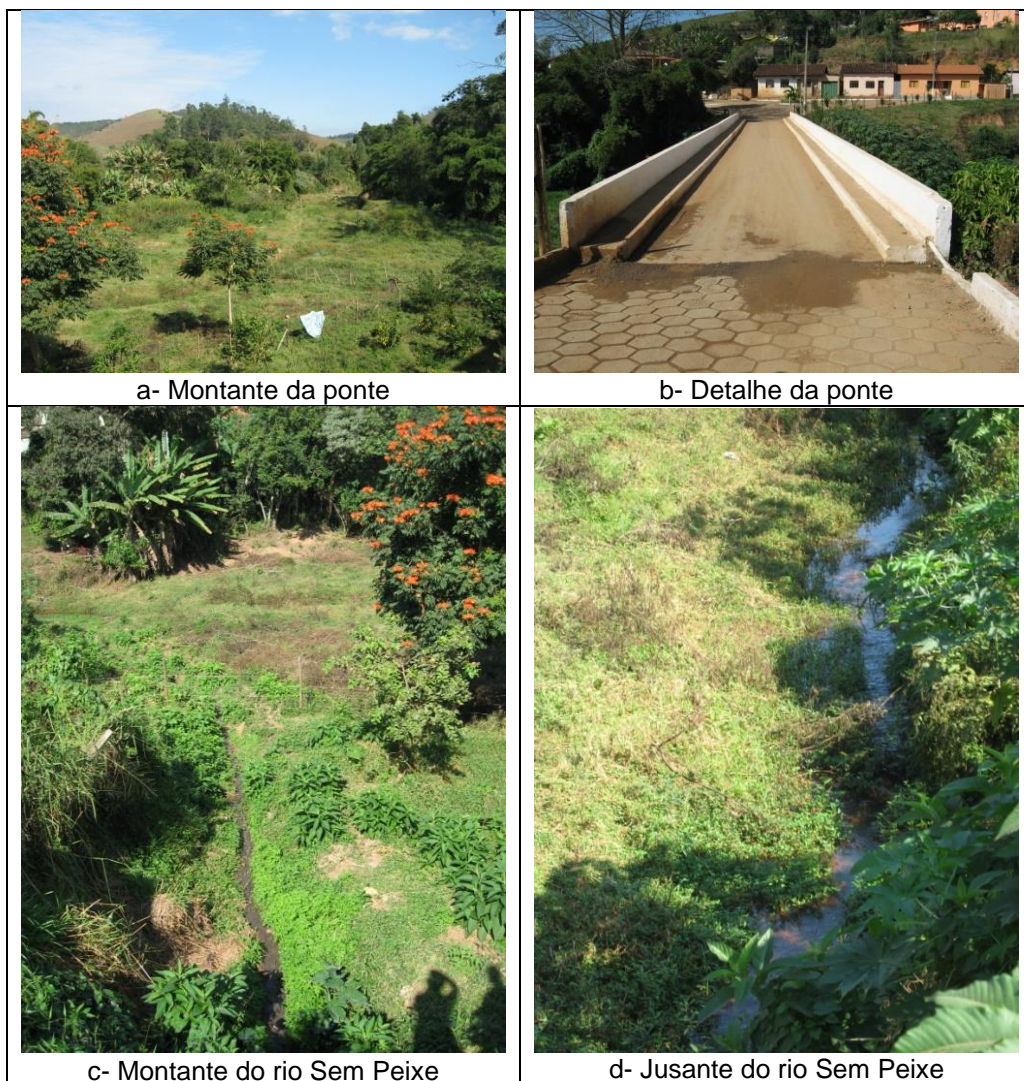
4.1.2.3.4. Infraestrutura atual da macrodrenagem de Major Ezequiel

Major Ezequiel tem problemas relacionados à microdrenagem, porém não há relatos nem indícios de problemas relacionados à macrodrenagem.

O distrito é cortado pelo rio Sem Peixe, diferente da sede, que é pelo rio do Peixe. Sobre o rio Sem Peixe passa uma única ponte, de 42m de comprimento e 5,7m de altura (Figura 88).

Há apenas um relato de destruição da ponte anterior que ocorreu há aproximadamente 50 anos. Após esse evento, foi construída a atual ponte com maiores dimensões.

Figura 88 - Vista da única ponte do distrito de Major Ezequiel



Fonte: SHS (2015)

4.1.2.3.5. Infraestrutura atual da macrodrenagem das comunidades de Alvinópolis

4.1.2.3.5.1. Dias

Foram visitadas duas pontes da comunidade. A primeira está sob a coordenada UTM (0700388 mE; 7777420 mS) e sobre manilha de 1 m de diâmetro (Figura 89).

Figura 89 - Primeira ponte visitada em Dias



Fonte: SHS (2015)

A segunda ponte amostrada (23K, 699867 mE; 7777843 mS) está construída sobre duas manilhas, porém é impossível visualizá-las devido à obstrução de sujeira e capim (Figura 90). Nesse local, há histórico de enchentes.

Figura 90 - Detalhe da segunda ponte amostrada

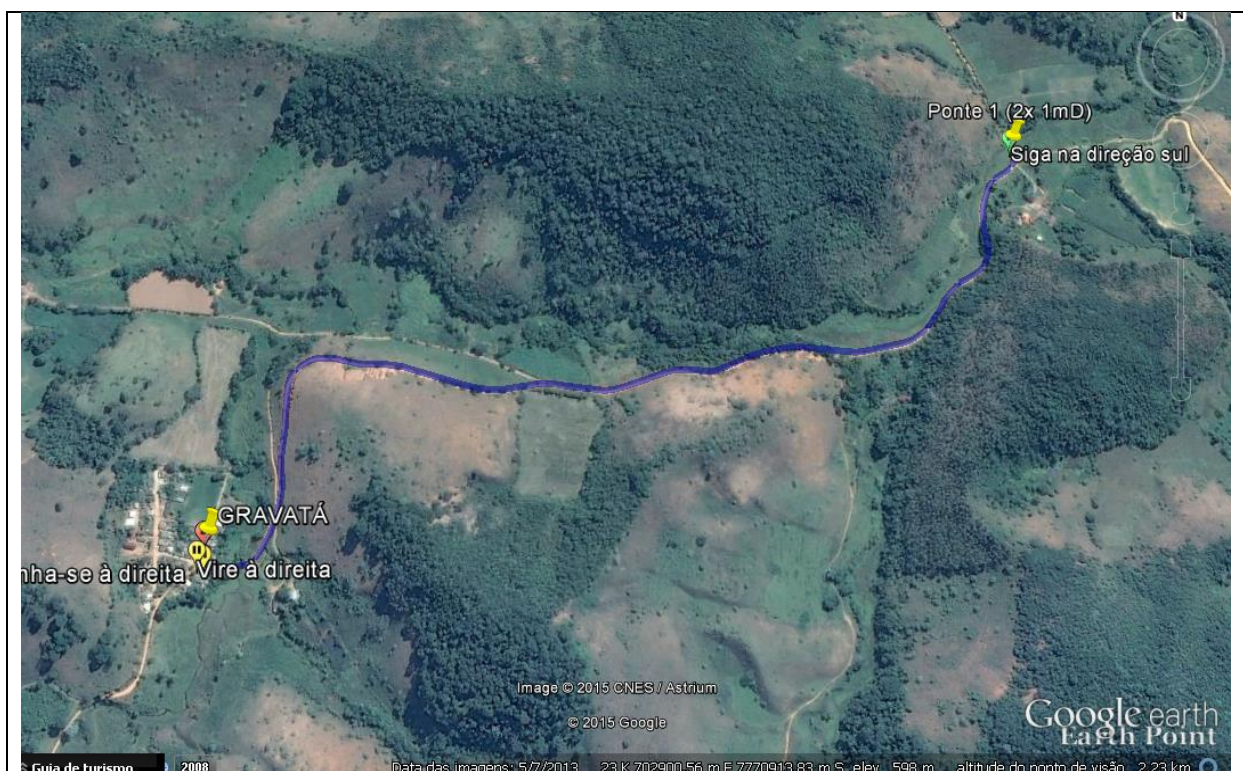


Fonte: SHS (2015)

4.1.2.3.5.2. Gravatá

Não há histórico de inundações em Gravatá. Porém, foram visitadas as pontes de acesso à comunidade. A primeira ponte amostrada (coordenadas UTM: 23K 7024317 mE; 7770922 mS) está sobre dois tubos de 1m de diâmetro em um contribuinte do rio do Peixe, sendo esse local considerado como potencial ponto de inundação e situado a 2km da entrada da comunidade (Figura 91).

Figura 91 - Primeira ponte amostrada próxima à comunidade de Gravatá



a- Vista da ponte (destaque) em relação à comunidade Gravatá



b- Vista da ponte e córrego



c-Detalhe do corpo hídrico

Fonte: SHS (2015)

A segunda ponte (coordenadas UTM :23K 702984 mE; 7770230mS) já está dentro de Gravatá. É uma ponte de acesso à comunidade e de extrema importância. Nesse mesmo local, anteriormente, estavam instalados *containers* para coleta de resíduos à margem do córrego Cristal. Essa ponte tem 5,2 m de comprimento e 2,3 m de altura e possui a cabeceira de concreto, porém sua passagem está confeccionada em madeira (Figura 92).

Figura 92 - Segunda ponte de acesso à Gravatá



Fonte: SHS (2015)

4.1.2.3.5.3. Sertão

Não há evidências de problemas relacionados à macrodrenagem na comunidade. Também não há qualquer tipo de infraestrutura.

4.1.2.3.5.4. Terras

Não há evidências de problemas relacionados à macrodrenagem na comunidade. Também não há qualquer tipo de infraestrutura.



4.1.2.4. Manutenção da macrodrenagem

4.1.2.4.1. Manutenção da macrodrenagem da sede

Não existem relatos de manutenção preventiva e planejada, apenas corretiva. De um modo geral, o rio do Peixe sofre com a ocupação urbana em suas margens (APPs) e leito, assoreamento e erosão nos taludes desprotegidos.

Algumas áreas são alagáveis e sofrem processos de inundação. É necessário delimitar e planejar as áreas passíveis de crescimento urbano, a fim de mitigar problemas futuros.

4.1.2.4.2. Manutenção da macrodrenagem em Barretos de Alvinópolis

Não existe relato de manutenção preventiva da macrodrenagem no distrito de Barretos de Alvinópolis. É comum observar leitos dos corpos hídricos assoreados, sendo necessária toda a recomposição da mata ciliar no entorno (APPs), bem como a delimitação da área urbanizável.

4.1.2.4.3. Manutenção da macrodrenagem em Fonseca

Não existe relato de manutenção preventiva e planejada dos corpos hídricos de Fonseca. O rio Piracicaba sofre com o assoreamento, sendo preciso solucionar o problema de carreamento de sólidos para o corpo hídrico, seja esse carreamento advindo de uma pavimentação precária, seja da geografia associada à falta de microdrenagem. Será necessário delimitar e planejar as áreas passíveis de crescimento urbano, a fim de mitigar possíveis problemas futuros.

4.1.2.4.4. Manutenção da macrodrenagem em Major Ezequiel

Não existe relato de manutenção preventiva e planejada da macrodrenagem no distrito de Major Ezequiel. Porém, não existem grandes problemas relacionados à macrodrenagem.

4.1.2.4.5. Manutenção da macrodrenagem nas comunidades de Alvinópolis

Não existe relato de manutenção preventiva ou planejada nas comunidades do município.



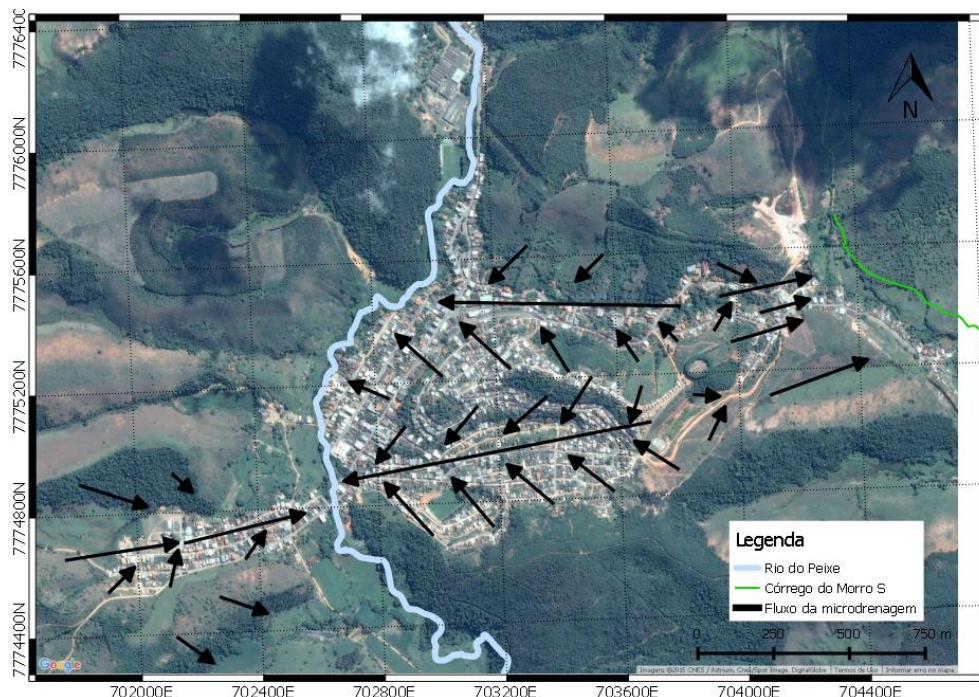
4.1.2.5. Croqui dos fluxos de drenagem e dos principais pontos de lançamentos da macrodrenagem

Para melhor compreensão do sistema de drenagem municipal traçou-se um croqui georreferenciado dos principais pontos de lançamentos da macrodrenagem municipal.

Os croquis foram feitos com informações coletadas em visitas a campo durante o reconhecimento da situação atual do município.

O primeiro croqui é referente à sede municipal, onde temos como corpo hídrico final o rio do Peixe e seus afluentes, que também são utilizados para o escoamento da micro e macrodrenagem (Figura 93). É importante salientar que o fluxo pluvial das bacias que compõem a hidrografia acompanha a geografia.

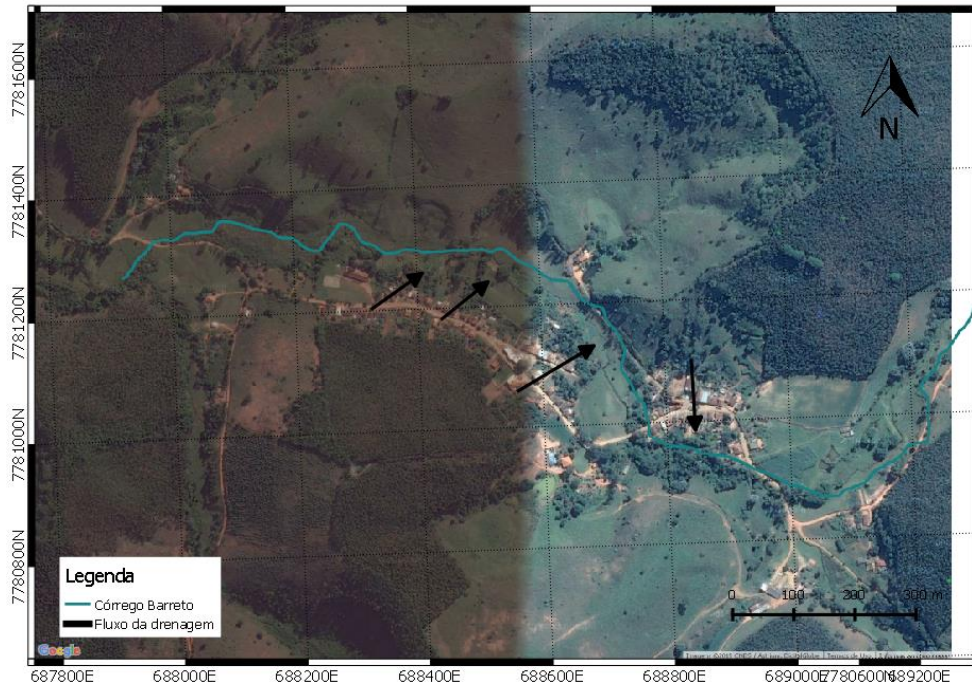
Figura 93 - Croqui dos fluxos da drenagem da sede municipal de Alvinópolis



Fonte: Adaptado do Google Earth (2015)

Em Barretos de Alvinópolis, o croqui foi feito a partir da visita em campo dos pontos de lançamentos da macrodrenagem, bem como por observação do terreno, no caso do fluxo da microdrenagem (Figura 94).

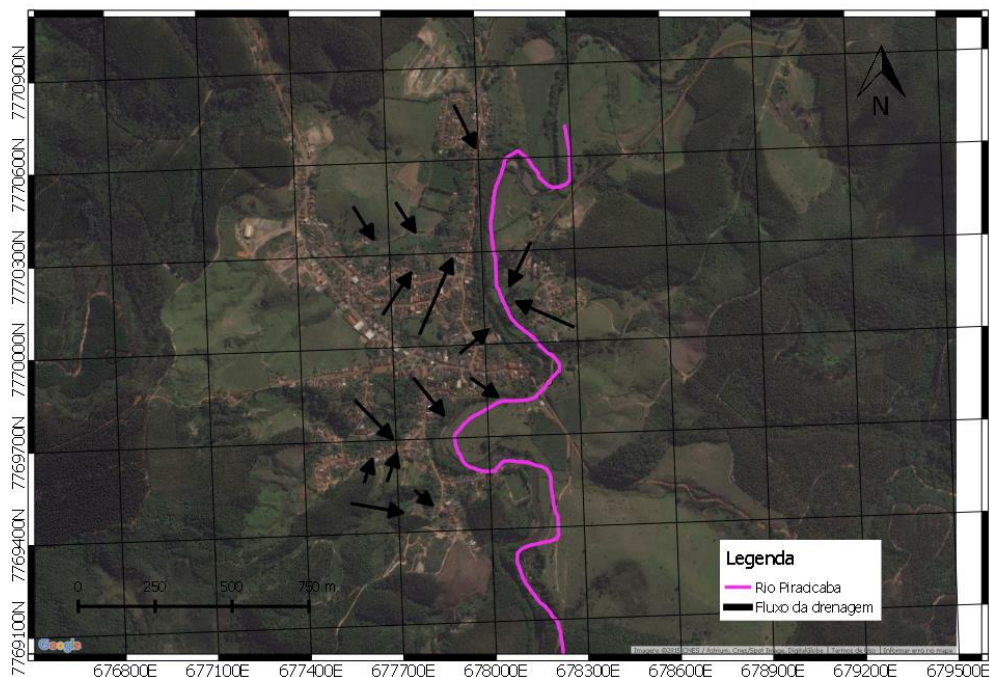
Figura 94 - Croqui do fluxo da drenagem de Barretos de Alvinópolis



Fonte: Adaptado do Google Earth (2015)

No distrito de Fonseca, foram repetidos os procedimentos de coleta de informação citados anteriormente, gerando o croqui abaixo (Figura 95).

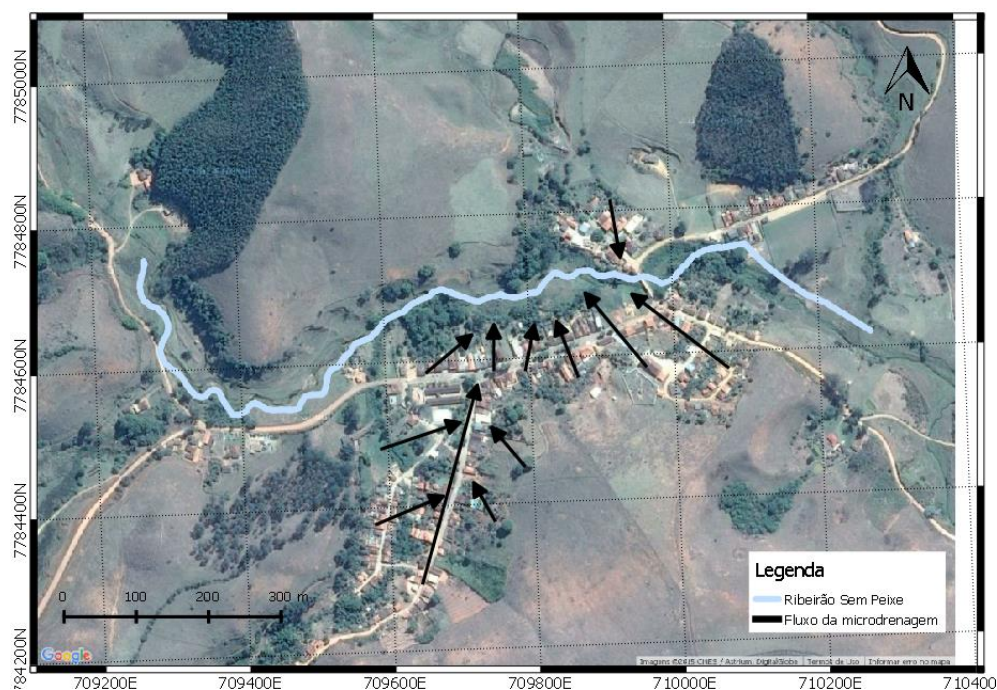
Figura 95 - Croqui do fluxo da drenagem de Fonseca



Fonte: Adaptado do Google Earth (2015)

Em Major Ezequiel, também foram repetidos os mesmos procedimentos, gerando o croqui abaixo (Figura 96).

Figura 96 - Croqui do fluxo da drenagem de Major Ezequiel



Fonte: Adaptado do Google Earth (2015)

Apesar de conhecidos os principais pontos de lançamento da rede de drenagem municipal, não há um cadastro desta com os parâmetros necessários para uma análise da capacidade limite das bacias contribuintes para a microdrenagem. Assim, o mapeamento e cadastramento da rede de drenagem será uma das ações emergenciais propostas pelo PMSB.

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

Segundo Righetto, Moreira e Sales (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. Ainda segundo os autores citados, os deflúvios lançados na rede de drenagem podem ser classificados em três tipos, de acordo com os efeitos produzidos: substâncias tóxicas e patogênicas; substâncias degradadoras da vida aquática; e água limpa. Dentre esses tipos, os mais importantes são as substâncias tóxicas e patogênicas, onde as fontes mais prováveis desses poluentes são os efluentes residenciais e industriais.

Uma vez que sua principal função é a de auxiliar no escoamento das águas

pluviais, a rede de drenagem não possui nenhum controle de qualidade ou tratamento, de modo que o lançamento clandestino de esgoto nesse sistema pode causar os problemas citados acima, em especial o mau cheiro e a poluição.

Durante visita à sede municipal, foi possível observar que não existe um sistema de tratamento de esgoto, nem captação em todas as residências. Os lançamentos ocorrem *in natura* nos corpos hídricos e rede de macrodrenagem, tanto no rio do Peixe quanto nos seus afluentes. Além de esgoto, também foram encontrados resquícios de corante no rio do Peixe, indicando possibilidade de existir lançamentos de deflúvios industriais (Figura 97).

Figura 97 - Lançamento de esgoto nos corpos hídricos da sede municipal.



Fonte: SHS (2015)

No distrito de Barretos de Alvinópolis não há coleta nem tratamento de esgoto doméstico. O esgoto, em geral, é destinado ao corpo hídrico mais próximo e, dependendo da localização da residência, é destinado para fossas.

Em Fonseca também não há tratamento de esgoto doméstico, que é lançado

diretamente nos corpos hídricos (Figura 98).

No distrito de Major Ezequiel ocorre o mesmo. O esgoto é lançado diretamente nos corpos hídricos.

Nas comunidades também não há nenhum tratamento nas comunidades antes do lançamento.

Figura 98 - Lançamento de esgoto domiciliar em corpo hídrico



Fonte: SHS (2015)

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, pois a rede de drenagem não dispõe de controle de qualidade de efluentes para o lançamento em corpo receptor, podendo não atender aos padrões de qualidade exigidos por lei, além de causar mau cheiro, desconforto e poluição visual.

A Resolução CONAMA 430/11 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.

4.1.4. 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 pode haver desmatamento, construções ou alteração da paisagem natural. O Código Florestal



vigente (Lei nº 12.651, de 2012) define que a APP é a “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, 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).

O PARH Piranga (2010) realizou um levantamento das APPs de nascentes, rios ou riachos e lagos naturais e/ou açudes para cada um dos municípios da bacia, porém os dados para o município de Alvinópolis não estão incluídos.

O processo de ocupação e urbanização dessas áreas expõe a população nelas residentes 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.

4.1.5. Análise dos processos erosivos e sedimentológicos

A erosão é um conjunto de processos, nos quais o material rochoso é desgastado, desagregado e removido de um local para outro. Num sentido amplo a erosão inclui o intemperismo, o transporte e a deposição do sedimento. Além disso, esse processo pode ser natural, acontecendo lentamente, ou acelerado, que acontece pela ocupação desordenada e retirada da cobertura vegetal sem observar as fragilidades do solo (SIMÕES e COIADO, 2001).

A suscetibilidade à erosão (erodibilidade) está basicamente relacionada à textura e estrutura que influenciam a capacidade e velocidade de infiltração de águas pluviais (SIMÕES E COIADO, 2001). No município de Alvinópolis, a erodibilidade é classificada em média, com alta produção de sedimentos, na faixa entre 50 a 100 t/km²/ano (PARH Piranga).

A cobertura do solo, aliada à precipitação, influencia diretamente o processo de



escoamento superficial, sendo fatores importantes na erosão de solo. Gonçalves, Nogueira Jr e Ducatti (2008) citam, como exemplo, um solo com 14 anos de cultivo agrícola, cuja infiltração decresceu de 148,3 mm/h, numa mata nativa, para 6,6mm/h numa área agrícola.

O município de Alvinópolis não possui mapeamento das áreas de risco de escorregamentos. No entanto, durante as visitas técnicas realizadas, foram mapeadas possíveis áreas de ocorrência de erosões e assoreamentos.

4.1.5.1. Erosões

Durante a visita foram identificados alguns pontos com problemas de erosão existentes no município, porém não tão graves. É comum encontrar algumas erosões decorrentes da falta de pavimentação em vias (Figura 99), bem como erosões ocasionadas pelo uso e ocupação do solo, já que o município tem uma forte economia ligada à pastagem e ao cultivo.

Figura 99 - Pequenas erosões ligadas à falta de pavimentação



Fonte: SHS (2015)

Nos distritos de Barretos de Alvinópolis, Fonseca e Major Ezequiel e nas comunidades também foram detectadas erosões iguais às encontradas na sede, relacionadas à falta de pavimentação e ao uso do solo.

4.1.5.2. Assoreamento

O assoreamento ocorre quando o material erodido é movido para o leito do rio. Nesse processo acontece a acumulação de sedimento, aumentando as dimensões das enchentes.

Durante a visita buscou-se identificar locais em que o assoreamento fosse perceptível. A Figura 100 mostra um desses locais. Isso se deve tanto ao uso e



ocupação do solo quanto ao perfil geomorfológico do município. O relevo é caracterizado por elevado número de morros e montanhas com alta declividade, o que favorece o desprendimento e carreamento de partículas de solo das cotas mais elevadas para as áreas mais baixas.

Figura 100 - Assoreamento nos corpos hídricos



a- Sede municipal

b- Dias

Fonte: SHS (2015)

ASCE e WEF (1992), Braga e Carvalho (2003), Santos (2007) 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 Alvinópolis:

- 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.

4.1.6. 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 das bacias dos principais corpos hídricos do município de Alvinópolis.

As simulações realizadas tiveram como objetivo verificar a capacidade de escoamento dos corpos hídricos. 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 dessa equação de chuvas intensas justifica-se pelo fato de ambos os municípios estarem inseridos no bioma Mata Atlântica e próximos à Serra da Mantiqueira, apresentando climas parecidos.

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, é necessária a definição 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.
- 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). Esse método é aplicado para pequenas bacias hidrográficas, com área de drenagem de até 260 km², como é o caso das bacias estudadas.

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 (m³/s);

C₂ = coeficiente de escoamento superficial global;

I = intensidade pluviométrica (mm/h);

A = área de drenagem (km²);

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 Alvinópolis, foi traçada a delimitação da bacia e seu talvegue. Os principais dados referentes a essas bacias 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 - Ponto 1	47,6	11,3	215	19,01	6,95	0,25
SEDE - Ponto 2	50,77	13,24	220	16,61	5,85	0,25
SEDE - Ponto 3	51,92	13,51	220	16,28	5,61	0,25
SEDE - Ponto 4	3,6	4,31	120	27,86	21,27	0,25
Barretos - Ponto 1	3,91	2,79	120	42,99	6,89	0,25
Barretos - Ponto 2	17,03	6,85	180	26,26	6,67	0,25
Fonseca - Ponto 1	209,84	51	1015	19,69	4,86	0,25
Fonseca - Ponto 2	0,25	0,82	105	128	51,68	0,25
Major Ezequiel - Ponto 1	8,20	4,16	138	33,19	20,13	0,25
Dias - Ponto 1	7,62	4,44	215	48,39	20,05	0,25
Dias - Ponto 2	2,9	3,76	200	53,24	19,74	0,25
Gravatá - Ponto 1	15,55	6,65	150	22,56	10,78	0,25
Gravatá - Ponto 2	11,06	4,08	130	27,09	15,92	0,25
Sertão	12,10	6,36	235	36,95	16,44	0,25

Fonte: SHS (2015)

Para o estudo das vazões máximas no canal, foram estudados onze pontos críticos da rede de drenagem do município distribuído em quatro distritos. Em muitos casos utilizou-se as dimensões das pontes quando essas eram muito próximas às dimensões dos canais ou o local permitia um fácil acesso às dimensões dos canais, porém de fato o estudo envolve as dimensões médias dos canais.

Tendo os pontos definidos, realizou-se o estudo hidrológico da bacia 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. Como entre esses pontos não há contribuição de nenhum outro corpo d'água, os valores das vazões máximas são iguais e 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 - Ponto 1	28,0	34,8	39,35	39,4	45,1	49,3
SEDE - Ponto 2	25,2	31,3	35,3	40,4	44,2	47,9
SEDE - Ponto 3	25,1	31,1	35,1	40,1	43,9	51,9
SEDE - Ponto 4	5,7	7,2	8,3	9,5	10,5	11,5
Barretos - Ponto 1	6,2	7,9	9,1	10,5	11,5	12,6
Barretos - Ponto 2	14,6	18,2	20,6	23,6	25,8	28,1
Fonseca - Ponto 1	32,7	40,6	45,8	52,4	57,3	62,1
Fonseca - Ponto 2	1,1	1,4	1,7	1,98	2,2	2,5
Major Ezequiel - Ponto 1	12,9	16,4	18,8	21,7	23,9	26,1
Dias - Ponto 1	11,5	14,6	16,7	19,3	21,2	23,2
Dias - Ponto 2	4,91	6,3	7,2	8,3	9,1	10,0
Gravatá - Ponto 1	14,5	18,1	20,5	23,5	25,8	28,1
Gravatá - Ponto 2	15,1	19,1	21,7	25	27,5	29,9
Sertão	13,8	17,4	19,7	22,6	24,9	27,1

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 pelo rio nas pontes e nos canais. 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);

Rh = raio hidráulico (m);



S = declividade (m/m);

n = coeficiente de Manning.

As dimensões dos pontos do rio, 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)	Diâmetros do canal (m)	Declividade (m/m)	n	Q (m³/s)
SEDE - Ponto 1	3	3		0,00695	0,045	44,49
SEDE - Ponto 2	2,5	3,22		0,00585	0,045	42,59
SEDE - Ponto 3	3,3	3		0,00561	0,045	43,1
SEDE - Ponto 4			2x(1)	0,02127	0,030	3,2
Barretos - Ponto 1			1	0,00689	0,030	0,9
Barretos - Ponto 2			1	0,00667	0,030	0,9
Fonseca - Ponto 1	10	8		0,00486	0,045	600
Fonseca - Ponto 2	2	2,6		0,05168	0,045	71,18
Major Ezequiel - Ponto 1	3	5,7		0,02013	0,045	295
Dias - Ponto 1			1	0,02005	0,030	1,54
Dias - Ponto 2			*	0,01974	0,030	-
Gravatá - Ponto 1			2x1	0,01078	0,030	3,8
Gravatá - Ponto 2	3,0	2,3		0,01592	0,030	40,3

* Más condições para amostragem.

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 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 Alvinópolis

Pontos críticos	Q _{limite} (m ³ /s)	Q _{máx} (m ³ /s)					
		Tr					
		2 anos	5 anos	10 anos	25 anos	50 anos	100 anos
SEDE - Ponto 1	44,5	28,0	34,8	39,35	39,4	45,1	49,3
SEDE - Ponto 2	42,6	25,2	31,3	35,3	40,4	44,2	47,9
SEDE - Ponto 3	43,1	25,3	31,4	35,6	40,7	44,4	51,9
SEDE - Ponto 4	3,2	5,7	7,2	8,3	9,5	10,5	11,5
Barretos - Ponto 1	0,9	6,2	7,9	9,1	10,5	11,5	12,6
Barretos - Ponto 2	0,9	14,6	18,2	20,6	23,6	25,8	28,1
Fonseca - Ponto 1	600	32,7	40,6	45,8	52,4	57,3	62,1
Fonseca - Ponto 2	71,2	1,1	1,4	1,7	1,98	2,2	2,5
Major Ezequiel - Ponto 1	295	12,9	16,4	18,8	21,7	23,9	26,1
Dias - Ponto 1	1,6	11,5	14,6	16,7	19,3	21,2	23,2
Dias - Ponto 2	*	4,91	6,3	7,2	8,3	9,1	10,0
Gravatá - Ponto 1	3,8	14,5	18,1	20,5	23,5	25,8	28,1
Gravatá - Ponto 2	40,3	15,1	19,1	21,7	25	27,5	29,9

Fonte: SHS (2015)

Devido ao tamanho da área da zona urbana em relação ao restante da bacia hidrográfica, percebe-se que a contribuição dos picos de vazão não é causada, primariamente, pela impermeabilização oriunda da área urbana e sim pelo uso e ocupação do solo do restante da bacia.

Os resultados das simulações hidrológicas e hidráulicas descritos possibilitaram concluir que o município de Alvinópolis possui problemas relacionados à inundação em muitos pontos, principalmente naqueles que usam tubulações como conexão para dar vazão em cursos hídricos, ao instalar pontes.

4.1.6.1. Mapeamento e histórico das inundações

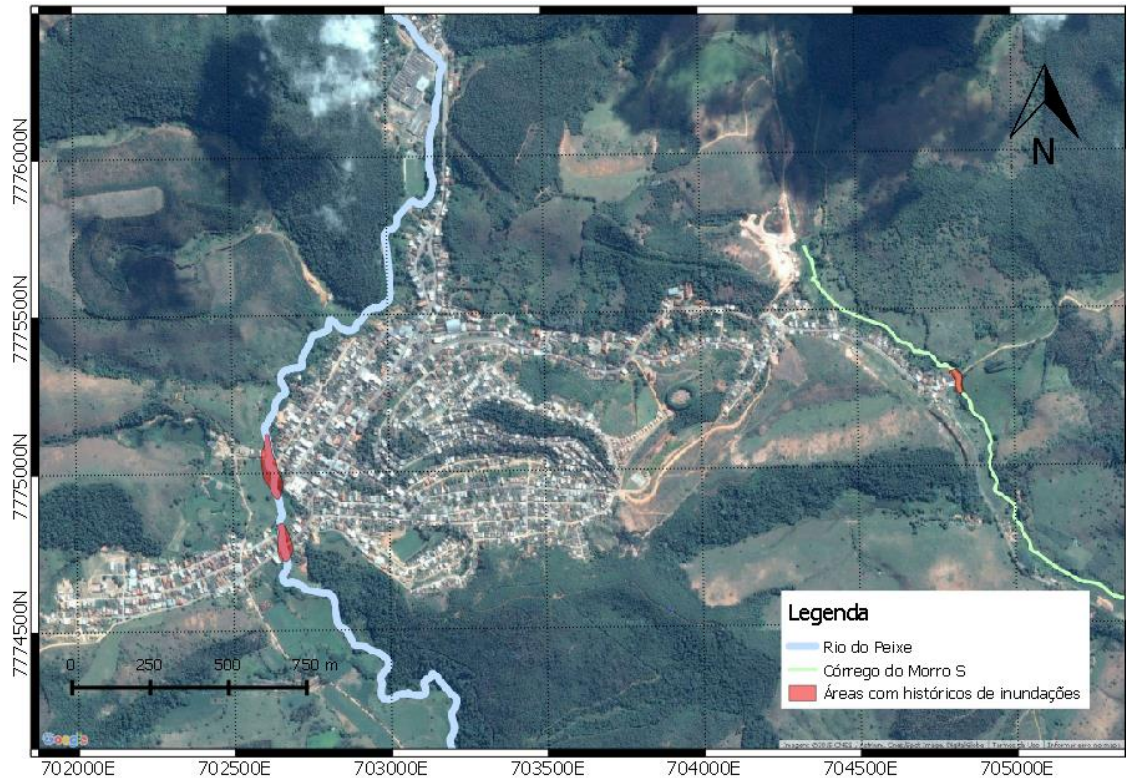
Os locais de inundação coincidiram com o estudo feito pela SHS. A visita à sede municipal também possibilitou reconhecer os locais que possuem histórico de



inundações e enxurradas. Essas áreas foram projetadas na Figura 101.

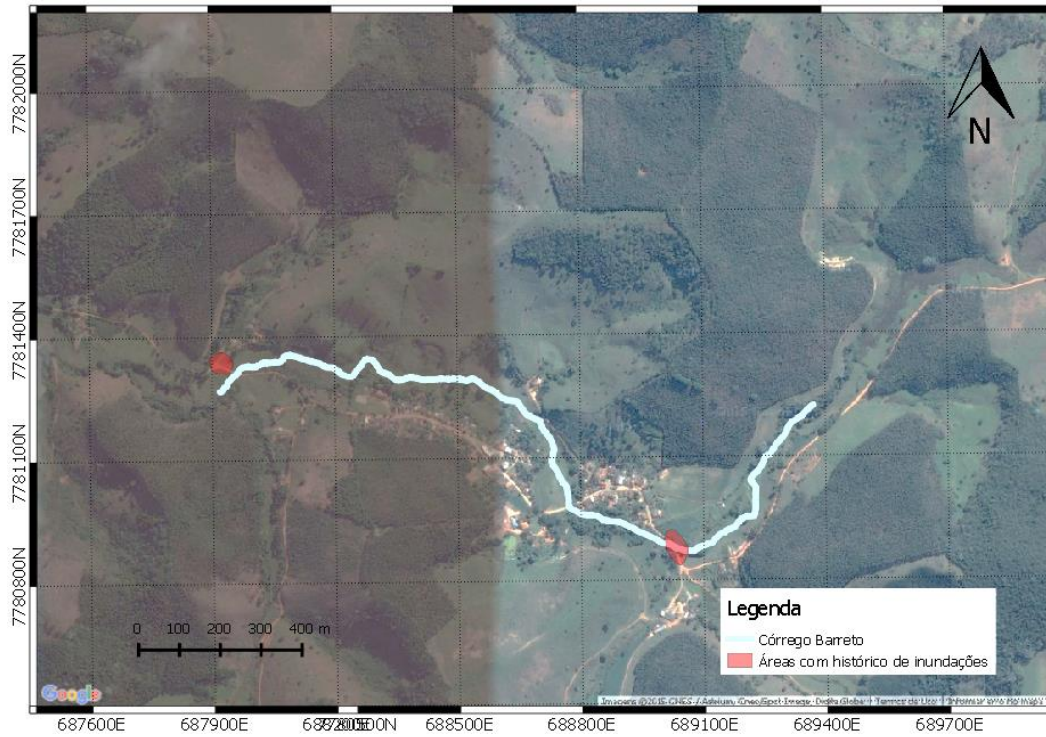
Foi possível chegar aos mesmos resultados com a visita aos distritos de Barretos de Alvinópolis (Figura 102) e Fonseca (Figura 103). O mapeamento de histórico de inundações de Major Ezequiel é desnecessário, em virtude das mudanças sofridas no local.

Figura 101 - Histórico de inundações - Sede



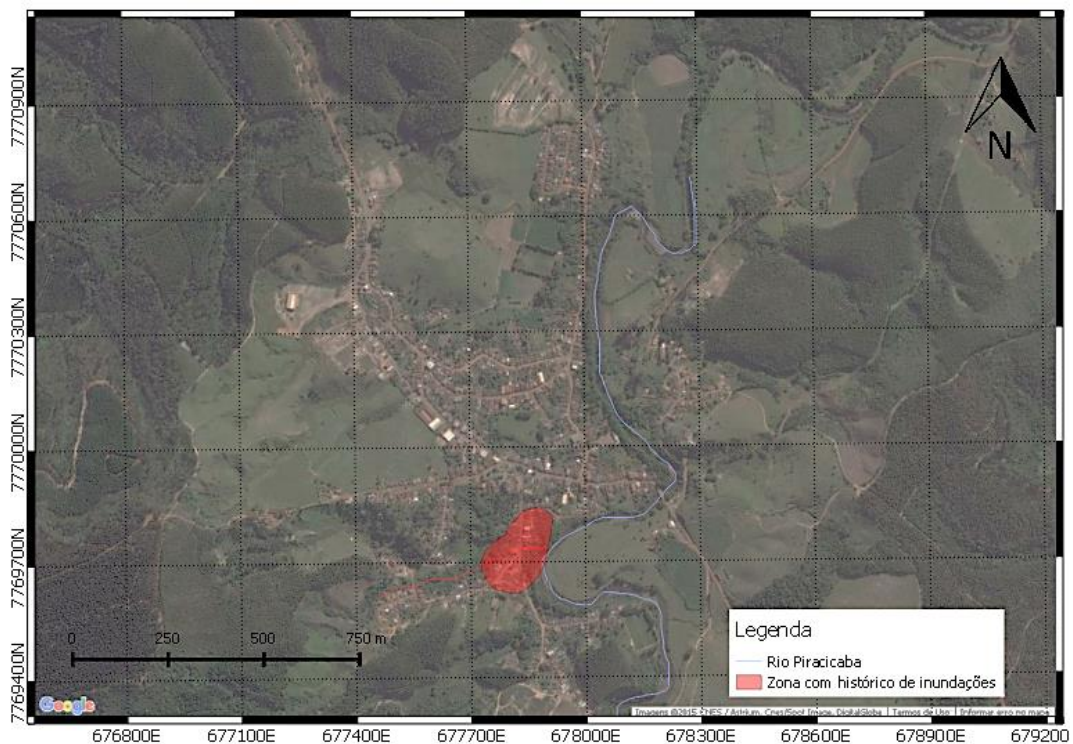
Fonte: Adaptado do Google Earth (2015)

Figura 102 - Histórico de inundações - Barretos de Alvinópolis



Fonte: Adaptado do Google Earth (2015)

Figura 103 - Histórico de Inundações - Fonseca



Fonte: Adaptado do Google Earth (2015)



4.1.7. 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 Alvinópolis 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 à obtenção sistemática de dados e monitoramento do sistema, que deve ser realizado pelos gestores do sistema de drenagem urbana.

4.1.7.1. 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 os anos de 1991 e 2000, a população de Alvinópolis decresceu a uma taxa de 0,34% ao ano, passando de 17.499 para 16.975 habitantes.

Índice 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, o volume de água que chega aos canais de drenagem e evitando processos erosivos. Além disso, pode atuar de forma a reduzir a velocidade do escoamento, o que pode contribuir para reduzir a intensidade das vazões de pico.

Índice de áreas impermeabilizadas

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.

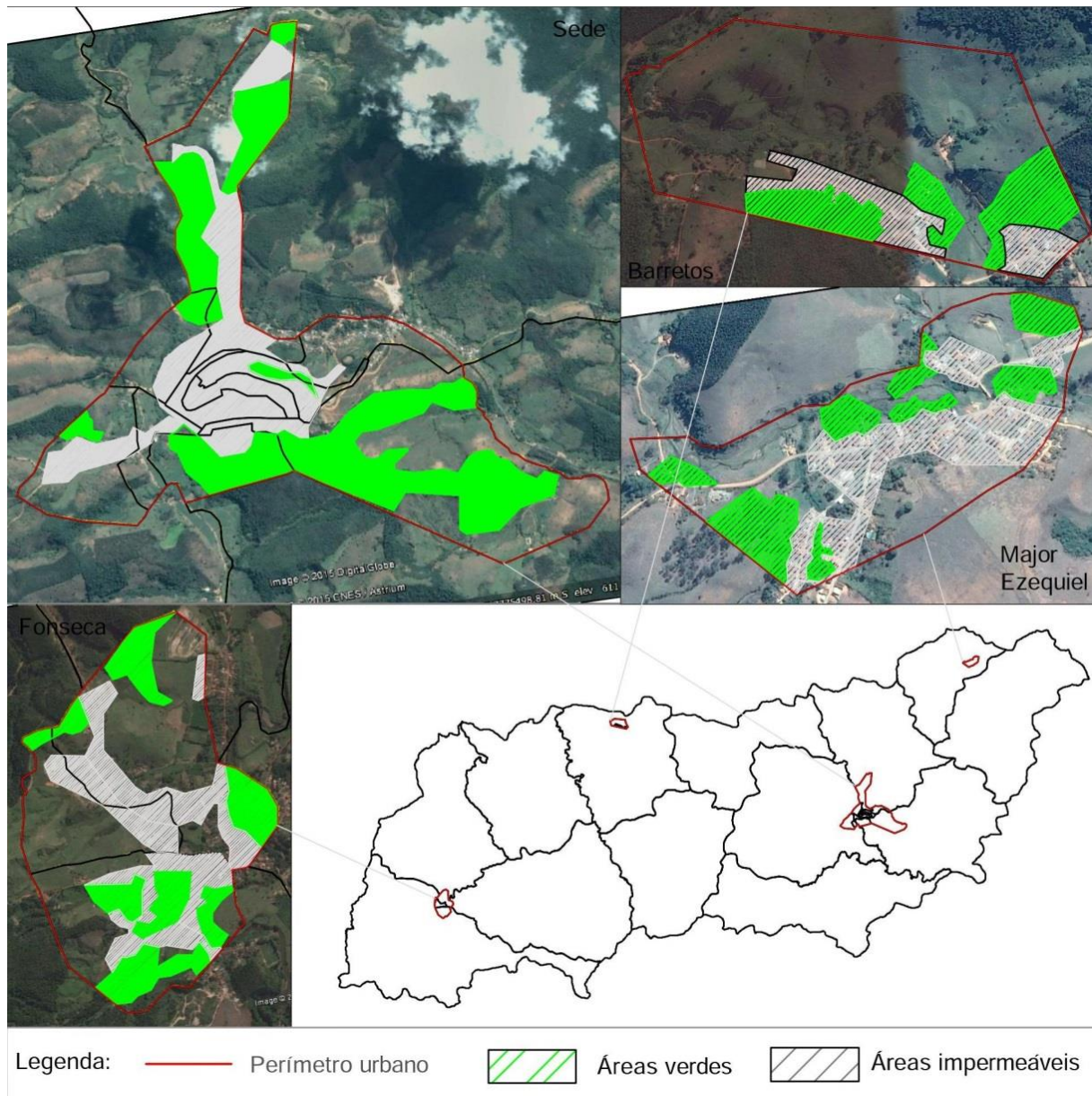
Com auxílio das imagens de satélite do município (GoogleEarth®), foi possível delimitar as áreas com vegetação mais densa e as áreas impermeabilizadas presentes no perímetro urbano de Alvinópolis (Figura 104), possibilitando obter os parâmetros necessários para o cálculo dos índices apresentados. Vale destacar que a delimitação do perímetro urbano foi traçada a partir do mapa dos setores censitários do Estado de Minas Gerais. A Tabela 5 apresenta tanto os resultados da análise das imagens da Figura 104, quanto o valor referente a cada índice.

Tabela 5 - Índices de áreas verdes e áreas permeáveis para o município de Alvinópolis

	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 Impermeáveis (%)
Barretos de Alvinópolis	0,441	0,065	0,048				
Fonseca	1,270	0,235	0,373				
Major Ezequiel	0,303	0,066	0,092				
Sede	4,794	1,470	1,071				
Total	6,809	1,836	1,583	15.261	-0,34	120,3	23,25

Fonte: SHS (2015)

Figura 104 - Áreas verdes e impermeáveis no perímetro urbano de Alvinópolis



Fonte: Adaptado do Google Earth (2015)

4.1.7.2. 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 operacional.

O município de Alvinópolis não possui atualmente os croquis das redes de drenagem urbana, tanto da sede quanto dos distritos, o que deve ser uma das primeiras ações para um planejamento. O ideal é que 100% da rede existente seja cadastrada.

4.1.7.3. Gestão de eventos hidrológicos extremos

Este grupo de indicadores tem 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 Alvinópolis apontou que o município possui histórico de alagamentos causados pelas cheias dos corpos d'água presentes nos perímetros urbanos do município. O ideal é que a incidência seja reduzida a 0.

Pontos inundados área urbana

O município apresentou nove pontos de inundação no ano de 2013. A situação ideal é que não haja nenhum ponto de inundação no município durante o ano estudado, ou seja, esse número deve ser reduzido a 0.

Domicílios atingidos

O município de Alvinópolis apresentou ocorrências de domicílios atingidos por inundações, porém, não há registros sistemáticos desses eventos, inviabilizando a real avaliação e a transformação dos dados em um índice.

4.1.7.4. 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. Esses dados também dão suporte às simulações hidráulicas e hidrológicas dos dispositivos de drenagem, dando maior embasamento ao diagnóstico e permitindo a realização de cenários.

Os monitoramentos pluviométricos e fluviométricos 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 Alvinópolis possui duas estações para monitoramento de dados meteorológicos, apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Sistema de informações hidrológicas - estações localizadas no município de Alvinópolis

Nome	Responsável	Operadora	Tipo de estação
Rio Piracicaba (Distrito de Fonseca)	IGAM	IGAM	Fluviométrica
Alvinópolis	ANA	ANA	Pluviométrica

Fonte: HidroWeb (2015)

O índice de monitoramento fluviométrico é 0,019unidade/km e o índice de monitoramento pluviométrico é 0,02unidade/km².

4.1.7.5. Salubridade ambiental

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

Um questionário distribuído pela equipe técnica da SHS à Secretaria de Saúde revelou que o município de Alvinópolis apresentou casos de DDA e dengue, mas não das outras doenças citadas. Além disso, foi consultado o banco de dados do DATASUS para aferição da ocorrência de outras doenças, as quais estão relacionadas à falta de drenagem adequada (Quadro 56).

Quadro 56 - Morbidades hospitalares por falta de drenagem adequada

Lista Morbidade (CID-10)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Cólera	1	2	-	-	-	-	-	-	3
Diarreia e gastroenterite	2	18	29	40	27	19	15	11	161
Outras doenças infecciosas intestinais	40	48	27	11	4	10	19	6	166
Dengue	-	1	1	1	-	2	6	3	14
Febre hemorrágica devida ao vírus da dengue	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Outras febres por arbovírus e febre hemorrágica por vírus	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Outras hepatites virais	-	2	-	-	2	-	1	-	5
Esquistossomose	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Outras doenças infecciosas e parasitárias	10	1	1	2	-	1	3	2	20
Influenza	2	3	-	1	-	1	-	1	8

Fonte: DataSUS (2015)



Como é possível observar no quadro acima, das doenças citadas, o município apresentou cinco delas, sendo diarreia, gastroenterite e outras infecções intestinais as mais recorrentes. Ressalta-se, também, que não houve registros de casos de 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.

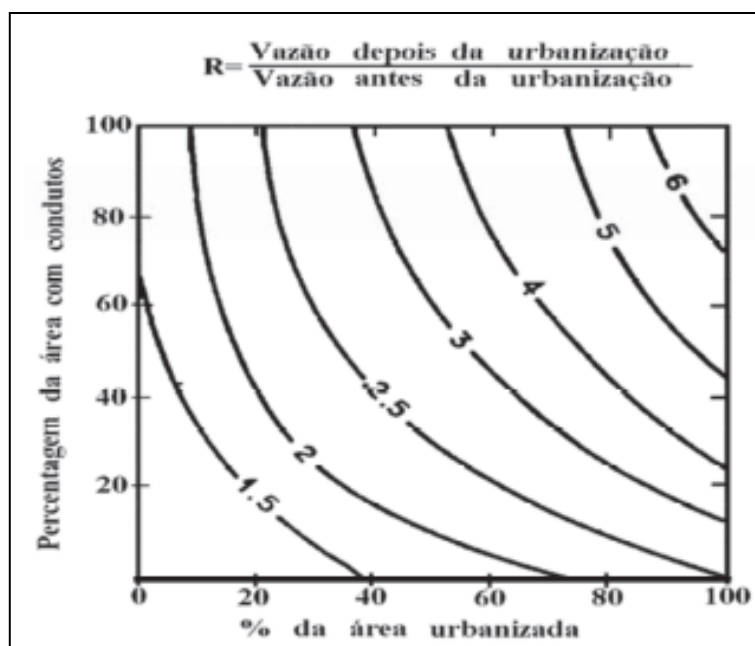
Segundo Tucci (2008), à medida que a cidade se urbaniza, ocorrem os seguintes impactos:

- 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 105).

Figura 105 - 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 agropecuárias

Caso se projetasse os valores de impermeabilização das bacias de drenagem, para ambos os cenários no gráfico de estudo de Leopold (1968), (Figura 105) 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 4.1.6 (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 (item 4.3), que prevêem 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;

Na prática, os recursos citados acima trarão impactos positivos no crescimento urbano no que se refere à gestão das águas pluviais, em especial o Plano Diretor de Drenagem que será um importante instrumento de conhecimento e gestão das questões relacionadas 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, principalmente devido a deficiências de microdrenagem; ou difusos, decorrentes da presença de grandes áreas de exposição direta aos agentes de erosão e que resultam no aporte de grandes montantes de sólidos nos corpos d'água receptores. Isso acarreta no aumento da frequência de enchentes e entupimentos de condutos e canais por sedimentos, assim como na degradação da qualidade da água. Dentro desse contexto o controle da erosão urbana é fundamental tanto na manutenção da capacidade de escoamento do sistema de drenagem como na qualidade ambiental.



O controle da erosão urbana pode ser efetuado através de medidas não estruturais como o planejamento adequado do uso e ocupação do solo no município, como também através de técnicas estruturais de controle. O planejamento para prevenção da erosão urbana consiste basicamente de um plano de ordenamento do assentamento urbano, que estabelece as normas básicas para evitar problemas futuros, e planejar situações que favorecem o desencadeamento do processo erosivo, e no caso de espaços já ocupados, reduzir ou eliminar os possíveis efeitos negativos dessa ocupação.

Existem inúmeras técnicas para controle de erosão tanto urbana quanto rural. Segundo Rotta (2012), estas podem ser utilizadas para diferentes objetivos, tanto para prevenção como para controle, mitigação e/ou recuperação de áreas afetadas pela erosão acelerada. O Quadro 57 agrupa as técnicas mais utilizadas em revisão da literatura especializada feita por Rotta (2012).

Quadro 57 - 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	
	Alternância de capinas	x	x	x	
	Ceifa do mato	x	x	x	
	Cobertura morta	x	x	x	
	Controle do fogo	x			
	Aducação (verde, química e orgânica)	x	x	x	
	Plantio direto	x	x	x	
	Rotação de culturas	x	x	x	
	Calagem			x	
Plantio em contorno	x	x	x	x	
Mecânicas	Terraceamento	x	x	x	x
	Sulcos e camalhões em contorno	x			
	Canais escoadouros	x	x	x	
	Barragens	x	x	x	
	Adequação e conservação de estradas vicinais e carregadores	x	x	x	
	Caixas de infiltração	x	x	x	
	Aterramento		x	x	x
	Rip Rap	x	x	x	x
	Cordões de nível	x	x	x	x



		Medidas	Objetivo das medidas			
			Prevenção	Controle	Mitigação	Recuperação
Estruturais		Aterramento com resíduo		X	X	X
		Retaludamento	X	X	X	X
		Bermas	X	X	X	X
		Barragem de sedimento	X	X	X	
	Microdrenagem	Muro de contenção	X	X	X	
		Dique de proteção	X	X	X	
		Meios-fios/Guias	X	X	X	X
		Sarjetas	X	X	X	X
		Bocas de lobo/Bocas coletoras	X	X	X	X
		Galerias	X	X	X	X
		Poços de visita	X	X	X	X
		Tubos de ligações	X	X	X	X
	Caixas de ligação	X	X	X	X	
	Macro-drenagem	Canais: naturais ou artificiais	X	X	X	X
		Dissipadores de energia	X	X	X	X
		Ressalto hidráulico: canais abertos		X	X	X
		Tipo SAF para 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 "Cacimbo"			X	X	X	
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	
	Georelha 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 Alvinópolis, foi constatado que, devido ao perfil geomorfológico do município e ao uso e ocupação do solo, processos erosivos ocorrem em todo o território. A consequência disso é um grande aporte de sedimentos para a rede de drenagem, podendo causar ou agravar episódios de enchentes, outro problema comum no município.

Neste contexto, é importante a recuperação das áreas degradadas por erosão 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 essas medidas 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 58.



Quadro 58 - Esquema das diferentes técnicas compensatórias estruturais

Bacias	Detenção e Retenção Infiltração Detenção/Retenção e Infiltração	
Obras lineares	Trincheiras Valas e Valetas	
	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), as medidas de controle local ou regional, também chamadas de técnicas de controle de jusante devido ao posicionamento relativo de suas estruturas na bacia, incluem as bacias de detenção, retenção e/ou infiltração. As medidas de controle na fonte, por sua vez, são estruturas distribuídas na bacia que buscam o controle do escoamento superficial o mais próximo possível da fonte geradora, como, por exemplo, em loteamentos, praças e vias urbanas. Alguns exemplos de técnicas deste tipo são as obras lineares e pontuais apresentadas no Quadro 58.

O diagnóstico do sistema de drenagem constatou que há histórico de enchentes na sede do município, bem como nos distritos de Barretos de Alvinópolis e Fonseca, e na comunidade de Dias. Desta forma, é importante 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, que é insuficiente em todo o município, sendo inexistente em alguns distritos e localidades. 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/detenção 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 valas 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, é importante a combinação de medidas estruturais, como as propostas, 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 desse plano 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.

Embora legalmente o município de Alvinópolis não seja obrigado a elaborar um Plano Diretor, propõe-se a estruturação desse instrumento, como forma de se regular a ocupação e uso do solo, não apenas nas áreas de fundo de vale como em todo o município, evitando a aceleração dos processos erosivos, o consequente assoreamento dos corpos hídricos e, por conseguinte, a ocorrência de enchentes.

4.3. Objetivos, metas, ações e estimativa de custos

O setor de drenagem urbana foi analisado pela metodologia SWOT (Strong, Weakness, Oportunity, Threat) que subsidiou a proposição de objetivos, metas, programas e ações. O Quadro 59 apresenta a matriz SWOT gerada pela análise.



Quadro 59 - Matriz SWOT do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais

	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente Interno	FORÇAS	1. Perfil institucional 2. Sustentabilidade econômica 3. Legislação e normatização do setor 4. Sistema de Informações 5. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos hídricos	FRAQUEZAS 1. Perfil institucional - Ausência de um arranjo institucional bem definido que facilite a gestão do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais. 2. Sustentabilidade econômica - Ausência de sustentabilidade econômica no setor. 4. Sistema de Informações - Ausência de sistematização para armazenamento e recuperação de dados administrativos e operacionais, principalmente fora da sede. 5. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos hídricos - Macro e microdrenagem da sede e distritos com planejamento ineficiente. - Não há periodicidade na manutenção dos equipamentos que compõem a micro e macrodrenagem do município. - Existência de pontos de inundação na sede, Barreto de Alvinópolis e Fonseca.
Ambiente Externo	OPORTUNIDADES 3. Legislação e normatização do setor - Existência do Conselho Municipal de Desenvolvimento Ambiental (CODEMA). - As Lei Federais 11.445/07, 12.305/10 e seus decretos regulamentadores são oportunidades de adequação dos sistemas de saneamento básico e melhoria da qualidade de vida dos cidadãos.		AMEAÇAS 3. Legislação e normatização do setor - Existência de Áreas de Preservação Permanente (APPs) não conservadas e ocupadas. 5. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos hídricos - Ocupação de áreas suscetíveis a inundações.



Para o sistema de drenagem de águas pluviais de Alvinópolis, de acordo com a análise SWOT e outros levantamentos efetuados junto ao município, foram estabelecidos seis objetivos específicos, que são descritos a seguir.

- Objetivo 1. Minimizar a frequência de enchentes e alagamentos causados por insuficiências e deficiências nas estruturas 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.**

Os objetivos e metas apresentados a seguir no Quadro 60 foram estabelecidos para adequar o setor de drenagem urbana e manejo de águas pluviais do município de Alvinópolis, considerando um horizonte de planejamento de 20 anos.



Quadro 60- 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 estruturas 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.	Curto
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.	Médio
	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.	Imediato
	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).	Médio
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



A seguir, o Quadro 61 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\$ 18.270.000,00** (dezoito milhões, duzentos e setenta mil reais).



Quadro 61 - 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				40.000,00	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: 330 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	50.000,00	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:20horas/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	1.300.000,00	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:*205 horas/ano; ** 550 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
3.1.1.05	Ação 5: Executar desassoreamentos, priorizando os trechos assoreados na zona urbana.	X	X	X	X	650.000,00	O preço médio foi estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, empresas de engenharia etc)
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			1.300.000,00	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		1.000.000,00	C= obras lineares necessárias(m) x custo unitário de execução *Fonte: Banco de Preços de Serviços Operacionais Sabesp, 2015, ref:140,35/m ³
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		1.000.000,00	C= obras lineares necessárias(m) x custo unitário de execução *Fonte: Banco de Preços de Serviços Operacionais Sabesp, 2015, ref:140,35/m ³
3.1.2.09	Ação 9: Realizar as ações de controle de enchentes nas localidades rurais do município.	X	X	X	X	650.000,00	C= obras lineares necessárias(m) x custo unitário de execução *Fonte: Banco de Preços de Serviços Operacionais Sabesp, 2015, ref:140,35/m ³
3.1.2.10	Ação 10: Elaborar e implementar programa de construção de caixas secas na zona rural.	X	X	X	X	750.000,00	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 N° propriedades: 400>



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
3.1.2.11	Ação 11: Elaborar e implementar programa de captação da água da chuva.	X	X	X	X	800.000,00	C= n° propriedades contempladas x custo médio de cisterna 2800L Fonte: Leroy Merlin ref: R\$ 2.000,00/unidade N° propriedades rurais: 400
3.1.2.12	Ação 12: Pavimentar as vias urbanas, com projeto de microdrenagem incluso.		X	X	X	2.400.000,00	C=estimativa mínima de vias a serem pavimentadas x custo unitário (m²) pavimentação Fonte: Banco de preços de serviços operacionais da SABESP, 2014 ref:89,25m² Estimativa mínima de pavimentação: 5 km
3.1.3.13	Ação 13: 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
3.1.3.14	Ação 14: 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 N° de eventos necessário: 4/ano N° médio de participantes: 25 pessoas
3.1.4.15	Ação 15: Definir 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	*	
3.2.1.16	Ação 16: Contratar empresa para 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
3.2.2.17	Ação 17: Elaborar Plano de Desocupação em áreas com risco de movimentação de massa.	X				70.000,00	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
3.2.2.18	Ação 18: 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
3.2.3.19	Ação 19: 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			*	
3.2.3.20	Ação 20: Fiscalizar e desestimular a ocupação de áreas de risco no município.	X	X	X	X	1.000.000,00	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: *250 horas/ano; **280 horas/ano
3.2.4.21	Ação 21: Desapropriar todas as residências em áreas de risco, conforme Plano de Desocupação elaborado.	X	X	X	X	700.000,00	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: 170 horas/ano
3.2.4.22	Ação 22: Instalação de escadas de dissipação para contenção dos taludes e estabilizações de voçorocas nas zonas urbana e rural.		X	X	X	180.000,00	O preço da obra foi estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, consultoria, empresas de engenharia)



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
3.2.5.23	Ação 23: Contratar empresa especializada em recuperação de encostas e áreas sujeitas à ocorrência de erosão para elaboração do Plano de recuperação destas áreas.	X				230.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
3.2.6.24	Ação 24: Realizar as ações de controle de erosões nas localidades rurais do município.		X	X	X	190.000,00	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
3.3.1.25	Ação 25: 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				120.000,00	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: *250 horas; ** 345 horas; ***550 horas
3.3.1.26	Ação 26: Realizar mapeamento e cadastramento das nascentes municipais.	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 cadastral de área especiais acima de 10000m ² R\$ 1.555,70/ha
3.3.1.27	Ação 27: 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			120.000,00	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
3.3.2.28	Ação 28: 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	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
3.3.3.29	Ação 29: Realizar eventos educativos voltados à conscientização do correto manejo dos resíduos sólidos.	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
3.3.4.30	Ação 30: 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	650.000,00	
3.4.1.31	Ação 31: Elaborar edital e contratar empresa especializada para o levantamento Topobatimétrico cadastral (incluindo mapeamento georreferenciado do Sistema de Drenagem Urbana).	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: 250 horas
3.4.1.32	Ação 32: 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			250.000,00	C=área mínima estimada de levantamento x custo unitário (ha) *Fonte: Banco de engenharia Consultiva da SABESP, 2015 ref: Levantamento planialtimétrico cadastral de área especiais acima de 10000m² 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
3.4.2.33	Ação 33: 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	1.000.000,00	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
3.4.2.34	Ação 34: 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
3.4.3.35	Ação 35: Abrir processo licitatório com a finalidade de se elaborar Plano de Macrodrenagem para o município.	x				190.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
3.4.3.36	Ação 36: Realizar estudos e debates para a definição da taxa de drenagem urbana.	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:3 eventos/ano Nº médio de participantes:30 pessoas
3.4.4.37	Ação 37: 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



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
3.4.5.38	Ação 38: 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
3.4.5.39	Ação 39: 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	*	
3.4.5.40	Ação 40: 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			*	
3.4.5.41	Ação 41: Criar mecanismos de interlocução com o setor de habitação para deliberação sobre limites de impermeabilização das sub-bacias urbanas.	X	X			*	
3.4.5.42	Ação 42: Normatizar/Padronizar a construção de estruturas de microdrenagem (bocas de lobo, sarjetas, sarjetões), baseado em referências bibliográficas, visando facilitar a manutenção.	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: 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
3.4.5.43	Ação 43: Atualizar levantamento topográfico detalhado da área urbana.	x	x			180.000,00	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 até 50.000m² R\$ 1.889,06/ha
3.4.5.44	Ação 44: 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
3.4.5.45	Ação 45: Renovar os equipamentos de informática.	x	x			80.000,00	C= estimativa mínima necessária de máquinas x preço médio de microcomputador Fonte: pesquisa de mercado ref: R\$ 2.000,00/unidade
3.4.5.46	Ação 46: Realizar capacitação de funcionários.	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 Nº profissionais treinados: 8 Nº hora de treinamento: 4 Frequência de treinamento: 1/ano
3.4.5.47	Ação 47: Renovar frota de veículos e criar procedimentos para gestão da frota.	x	x			550.000,00	C=Preço de caminhão basculante x quantidade necessária Fonte: FIPE ref: R\$ 275.000,00
3.5.1.48	Ação 48: 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				20.000,00	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: 95 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
3.5.1.49	Ação 49: 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: 165 horas
3.5.1.50	Ação 50: Solicitar e acompanhar os processos de solicitação de licenças e certificados ambientais.	x	x	x	x	*	
3.5.1.51	Ação 51: Acompanhar a evolução dos índices de permeabilidade dos lotes urbanos e fiscalizar o atendimento à legislação aplicável.	x	x	x	x	*	
3.5.1.52	Ação 52: Elaborar legislação que regulamente a manutenção do escoamento superficial dos lotes urbanos.	x				20.000,00	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:95 horas
3.5.1.53	Ação 53: Criar procedimento de acompanhamento da validade das licenças ambientais do SDU.	x				*	
3.5.2.54	Ação 54: Acompanhar a validade das licenças ambientais do SDU, segundo procedimento pré-estabelecido.	x	x	x	x	*	
3.6.1.55	Ação 55: 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



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
3.6.1.56	Ação 56: 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			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:335 horas
3.6.1.57	Ação 57: Desenvolver e divulgar canal para denúncia de descarte irregular de resíduos nos corpos d'água do município.	X	X	X	X	1.000.000,00	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
3.6.1.58	Ação 58: 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
3.6.1.59	Ação 59: Contratar/ treinar uma equipe responsável pela manutenção das informações a serem disponibilizadas pelo banco de dados e por demais canais de comunicação.	X				15.000,00	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



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
3.6.2.60	Ação 60: 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
3.6.3.61	Ação 61: 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	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:2 eventos/ano Nº médio de participantes:25 pessoas
3.6.3.62	Ação 62: 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	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 eventos/ano Nº médio de participantes:30 pessoas
3.6.3.63	Ação 63: 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
3.6.3.64	Ação 64: 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	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
3.6.4.65	Ação 65: 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



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
3.6.4.66	Ação 66: 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 de suas consequências (enchentes, degradação de APPs, risco à saúde, etc.).	X				*	
3.6.4.67	Ação 67: Instituir formas de divulgação do Plano Municipal de Saneamento Básico e do futuro Plano Municipal de Macrodrenagem do município a toda a população.	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
3.6.4.68	Ação 68: 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: R\$ 18.270.000,00



4.4. Detalhamento das ações

4.4.1. Mapear e cadastrar toda a rede de drenagem urbana

O mapeamento e o 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 PM 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. Ações específicas

Na sede municipal existe um ponto crítico (coord. 23K 702676mE; 7774763mS) onde ocorreram diversas inundações. Esse ponto é também a convergência dos exutórios de duas microbacias hidrográficas (item 4.1.2.3.1). Nessas bacias são ações importantes: a recuperação e revegetação das áreas não ocupadas; a regulamentação da taxa mínima de permeabilidade, a fim de que seja aplicada nas novas ocupações.

A instalação de estruturas de microdrenagem e macrodrenagem adequadas diminuem os riscos de novos eventos críticos. Também é importante a escolha dos pontos de lançamentos finais da microdrenagem, o que auxilia na gestão e no controle desses eventos críticos.



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.



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

Quadro 62 - Procedimentos de inspeção para as estruturas do sistema de drenagem

Estrutura	Rotina	Frequência Mínima
Sarjetas	Inspeccionar os pontos de acesso a sarjetas ou bocas de lobo. Atenção especial deve ser dada aos danos ou bloqueios.	A cada 60 dias.
	Inspeccionar 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.	Inspeccionar os pontos de acesso, verificando obstruções no gradeamento.	A cada 60 dias.
	Inspeccionar revestimento das estruturas para determinar quaisquer danos e deteriorações.	



Estrutura	Rotina	Frequência Mínima
	Procurar por obstruções causadas por acúmulo de resíduos e sedimentos internamente. Inspeccionar o gradeamento a fim de verificar a facilidade ao acesso interno.	
Corpos hídricos	Inspeccionar 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 63 indica as estruturas que devem ser submetidas à limpeza, suas rotinas e frequência e o Quadro 64 indica as estruturas que devem ser submetidas à manutenção, suas rotinas e frequência mínima de execução das atividades.

Quadro 63 - 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 64 - 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

A seguir são apresentados exemplos de eventos de emergências e contingências, classificados de acordo com os setores nos quais possam ocorrer, podendo ser: setor operacional, de gestão e gerenciamento ou, ainda, eventos imprevisíveis. Para cada um deles são apresentadas ações corretivas, assim como os responsáveis pela implementação das mesmas.

Setor 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.

Setor de 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.

Eventos 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 para uso de rotas alternativas de locomoção aos pontos que eram acessados por tais travessias ou pontes. No caso de locais em que essas 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 outros procedimentos. **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 risco. 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 talude. **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 aos 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.

Eventos imprevisíveis do SDU podem ser de grande magnitude. Nesses casos, pode haver a necessidade de se decretar situação de emergência ou estado de calamidade pública. O Decreto Federal nº 7.257/2010, 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 12.340/2010.

O presente PMSB prevê entre as ações a elaboração de um Plano de Emergências e Contingências considerando eventos que possam afetar as estruturas de drenagem do município.

5. Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

5.1. Diagnóstico

5.1.1. Análise crítica dos planos e programas existentes

O município de Alvinópolis integra o Consórcio Público de Gestão de Resíduos Sólidos (CPGRS). A formação do consórcio surgiu a partir de um programa de



comunicação e conscientização ambiental do Conselho Municipal de Conservação e Defesa do Meio Ambiente - CODEMA de João Monlevade, em 1993. Surgiu quando os municípios de João Monlevade, Bela Vista de Minas e Rio Piracicaba celebraram um termo de convênio com objetivo de implantar, manter e utilizar um aterro sanitário. A Licença de Instalação foi obtida em 1998.

Em 2000, João Monlevade apresentou um plano de trabalho ao governo federal, quando ainda existia o Programa Brasil Gera Limpo. O plano previa a criação de um consórcio, não só para construir o aterro sanitário, mas também para implementar uma série de outras ações.

O plano aprovado, que teve boa parte dos recursos oriundos do Fundo Nacional do Meio Ambiente, envolveu a construção do aterro, a ressocialização de catadores, a coleta seletiva, a erradicação dos lixões, etc.

O Consórcio Público de Gestão de Resíduos Sólidos foi efetivado em 2001 e regulamentado em 2005, com a aprovação da Lei Federal nº 11.107 (BRASIL, 2005), que trata da formação de consórcios entre entes da federação. Nesse período ocorreu também a incorporação do município de Nova Era.

Cada município tem uma participação financeira, cuja quota seria proporcional à quantidade de resíduos sólidos a serem disponibilizados e dispostos no aterro sanitário, o que estimula o município a implementar a coleta seletiva, evitando mandar excessos para o aterro sanitário.

O aterro sanitário foi construído no município de João Monlevade e apresenta uma área total de 25 ha com 5 ha de área construída. Está localizado a 5,5 km do centro de João Monlevade, 15 km de Bela Vista de Minas, 20 km de Nova Era e 7 km de Rio Piracicaba.

A adesão do município de Alvinópolis ao CPGRS se deu apenas no ano de 2010, ficando condicionado à integralização da quota de patrimônio no valor de R\$ 200.000,00 (duzentos mil reais), que foi financiado em 20 parcelas, após aprovação do Conselho do Consórcio.

Deveria, ainda, contribuir mensalmente, em função de sua participação, com o valor de R\$ 380,00, mais 10% do valor do lixo aterrado, sendo o valor da tonelada de lixo aterrado de R\$ 43,68.

A adesão ocorreu depois que o município foi multado por não cumprir a deliberação normativa da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) que dispõe



sobre a destinação do lixo urbano. Em 2002, venceu o prazo para que o município deixasse de fazer uso do lixão e o caso foi parar na Justiça.

No ano seguinte, após uma vistoria de técnicos do Ministério Público, foi constatado que o lixo do município continuava com destinação incorreta. O Executivo foi então condenado a pagar uma multa diária que ultrapassou 1 milhão de reais. O lixo do município de Alvinópolis começou a ser encaminhado ao Aterro Sanitário a partir de 1º de fevereiro de 2012.

Na mesma época, foi criada a Associação dos Trabalhadores de Limpeza e Materiais Recicláveis de Alvinópolis - ATLMARALVI, que iniciou os trabalhos no distrito de Fonseca. Os moradores e comerciantes foram orientados a separarem o lixo orgânico do reciclável. Porém, o município não dispõe de um programa geral de coleta seletiva implantado. Também não existe qualquer programa de incentivo à compostagem visando à diminuição dos resíduos enviados ao aterro sanitário.

No que concerne à educação ambiental, destaca-se o Projeto Curumim, realizado pela secretaria de Ação Social da cidade de Alvinópolis. É uma iniciativa voltada às crianças e envolve conceitos como a reciclagem e os 3 R's (reduzir, reutilizar e reciclar).

No âmbito legal, na área de resíduos sólidos, destaca-se o Decreto nº 2025/2008 que dispõe sobre a Política Municipal de Recolhimento de Pilhas e Baterias Usadas.

5.1.2. Descrição e análise do sistema

O sistema de limpeza urbana é constituído de 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 desse 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, da construção civil e dos transportes.

Cabe ressaltar que, nesse contexto, o termo de referência do presente contrato destaca que o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) deverá ser contemplado neste PMSB, 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. 19 desse instrumento legal.

Neste diagnóstico foram estabelecidas sete classes gerais de resíduos em função de sua origem. Essa classificação foi adotada considerando as informações disponíveis no município de Alvinópolis, 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 essa 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 (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;
 - radioativos.
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 Alvinópolis é da Prefeitura Municipal, por meio da Secretaria de Obras.

A seguir será apresentada a situação do manejo dos resíduos sólidos em Alvinópolis conforme a origem.



5.1.2.1. Resíduos sólidos urbanos

5.1.2.1.1. Resíduos domiciliares e comerciais

A coleta regular de resíduos sólidos urbanos, de responsabilidade da Prefeitura Municipal, ocorre diariamente na sede, em dias alternados no distrito de Fonseca e duas vezes por semana nos distritos de Major Ezequiel e Barretos. O município dispõe de dois caminhões para esse serviço, sendo um caminhão compactador para a coleta na sede e um caminhão basculante para a coleta nos distritos.

Os funcionários são terceirizados (empresa Garcia Serviços Ltda.) desde 2013 e contam com EPIs, uniformes, treinamento e instrumentos de trabalho.

Acondicionamento

Os resíduos são armazenados em bombonas até o momento da coleta.

Coleta

A coleta regular de resíduos sólidos urbanos, de responsabilidade da Prefeitura Municipal, ocorre diariamente na sede, em dias alternados no distrito de Fonseca e duas vezes por semana nos distritos de Major Ezequiel e Barretos.

No distrito de Fonseca existe coleta seletiva em estágio inicial. A população tem à disposição cestos espalhados pelas ruas para dispor resíduos recicláveis (Figura 106).

Figura 106 - Cesto de recicláveis



Fonte: SHS (2015)

Transporte

O município dispõe de dois caminhões para esse serviço, sendo um caminhão compactador para a coleta na sede e um caminhão basculante para a coleta nos distritos.



Os resíduos recicláveis do distrito de Fonseca são recolhidos uma vez por semana pela Associação dos Trabalhadores de Limpeza e Materiais Recicláveis de Alvinópolis - ATLMARALVI. A sede da ATLMARALVI está situada no Sítio Quimbotinho, s/n, Km-3 MG 123 e foi fundada em dezembro de 2007.

A coleta não é realizada porta a porta. Uma caçamba fica posicionada próximo ao ginásio de esportes, destinada ao acondicionamento do material (Figura 107).

Por ocasião das visitas realizadas em campo para a realização do diagnóstico, constatou-se que o programa de coleta seletiva está em condições precárias, praticamente inoperante.

Figura 107 - Caçamba de recicláveis



Fonte: SHS (2015)

Transbordo

Não há área de transbordo dos resíduos sólidos urbanos no município.

Tratamento

Não há tratamento dos resíduos sólidos urbanos no município.

Destinação final

Os resíduos coletados na Sede, nos distritos de Barretos, Major Ezequiel e demais localidades são enviados ao Aterro Sanitário de João Monlevade (Figura 108), pertencente ao Consórcio Público de Gestão de Resíduos Sólidos (CPGRS) do qual Alvinópolis participa. O empreendimento localiza-se a 57km de Alvinópolis.

Figura 108 - Aterro Sanitário do CPGRS em João Monlevade-MG



Fonte: Blog do Cancado (acesso em 2015)

Os resíduos sólidos urbanos coletados no distrito de Fonseca são destinados ao lixão, localizado no próprio distrito.

5.1.2.1.2. Resíduos de limpeza urbana

A seguir são apresentadas as informações relacionadas ao sistema de limpeza urbana do município. O serviço, que é terceirizado, ocorre satisfatoriamente nas áreas urbanas do município em termos de frequência, número de funcionários e equipamentos de trabalho. A área rural não é atendida por este serviço.

Acondicionamento e Coleta

A varrição de logradouros públicos e os serviços de podas e capinas ocorrem diariamente na sede do município (Figura 109) e nos distritos de Barretos (Figura 110), Major Ezequiel e Fonseca. Nos distritos são oito funcionários trabalhando nessa frente, os demais estão alocados na sede (17 funcionários). Este serviço também é terceirizado e é realizado pela mesma empresa que trabalha na coleta de resíduos.

A manutenção de áreas verdes, tanto na sede quanto nos distritos, é realizada conforme a necessidade. Caso ocorra a morte de algum animal, os funcionários realizam o enterramento ou coleta do mesmo, desde que solicitado.

Não há uma diferenciação na varrição de feiras, mercados e espaços públicos.

Figura 109 - Manutenção de jardins da praça central - Sede



Fonte: SHS (2015)

Figura 110 - Serviços de varrição no distrito de Barretos



Fonte: SHS (2015)

Transporte

O transporte destes resíduos é realizado conjuntamente com os resíduos domiciliares e comerciais.

Transbordo

Não há área de transbordo para os resíduos de limpeza urbana.

Tratamento

Não há tratamento para os resíduos de limpeza urbana.



Destinação final

Os resíduos de varrição são enviados ao Aterro Sanitário de João Monlevade juntamente com os resíduos domiciliares.

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

Como não há ETE no município, esse tipo de resíduo se restringe ao lodo da ETA.

Acondicionamento / Coleta / Transporte / Transbordo e Tratamento

O lodo da ETA não é acondicionado, coletado, transportado ou tratado.

Destinação final

Quando há limpeza das unidades o lodo gerado é disposto diretamente no ribeirão Canjica, em ponto a jusante da captação.

5.1.2.2.2. Resíduos sólidos industriais

Acondicionamento / Coleta / Transporte / Transbordo / Tratamento / Disposição final

Segundo o Cadastro das Indústrias de Minas Gerais-CIEMG/FIEMG há dez empresas cadastradas em Alvinópolis, conforme Quadro 65.



Quadro 65 - Empresas cadastradas no município de Alvinópolis

Quantidade	Atividades principais da empresa	Porte
1	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS	Grande
1	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS TÊXTEIS	Grande
1	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS TÊXTEIS	Média
1	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE BORRACHA E DE MATERIAL PLÁSTICO	Pequena
1	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MINERAIS NÃO METÁLICOS	Pequena
1	CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS	Pequena
1	PRODUÇÃO FLORESTAL	Pequena
1	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS	Pequena
1	EXTRAÇÃO DE MINERAIS NÃO METÁLICOS	Micro
1	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MINERAIS NÃO METÁLICOS	Micro

Fonte: CIEMG/FIEMG (2016)

Essas empresas não se reportam diretamente à prefeitura sobre o manejo de seus resíduos sólidos.

5.1.2.2.3. Resíduos sólidos dos serviços de saúde

Acondicionamento

Os resíduos dos serviços de saúde gerados nas instituições públicas de saúde são acondicionados em bombonas (Figura 111) no PSF José Carvalho da Conceição, na Policlínica e na USB do distrito de Barretos assim como os resíduos dos geradores particulares.

Figura 111 - Acondicionamento dos resíduos de saúde na UBS do distrito de Barretos



Fonte: SHS (2015)



Coleta

Os resíduos dos serviços de saúde são coletados quinzenalmente pela empresa Serquip (Figura 112).

Figura 112 - Certificados de coleta e destruição térmica dos resíduos sólidos dos serviços de saúde



Fonte: Prefeitura Municipal de Alvinópolis (2015)

Os resíduos gerados no hospital são coletados e destinados por outra empresa, também quinzenalmente.

Os resíduos gerados no hospital são coletados e destinados por outra empresa, também quinzenalmente. O contrato com a SERQUIP é para coletar, transportar e tratar apenas os RSS gerados apenas pela Administração Pública. A empresa possui licença de operação para resíduos de saúde e industriais. A Serquip-MG é certificada na *DNV Business Assurance com as ISO's 9001 e 14001*. Portanto, a destinação dos resíduos sólidos dos serviços de saúde está de acordo com a legislação e normas vigentes.

Os geradores particulares pagam taxa municipal para a prestação desse serviço.

Transporte

O transporte é realizado pela mesma empresa contratada para coleta, tratamento e disposição final, a Serquip.



Transbordo

Não há área de transbordo.

Tratamento

Os resíduos coletados são incinerados.

Disposição final

A disposição final das cinzas é realizada em aterro sanitário.

5.1.2.2.4. Resíduos sólidos da construção civil

Segundo o art. 3º da Resolução CONAMA 307/02, os resíduos de Classe A são:

“I - Classe A - 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”.

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. A seguir são apresentados os detalhes do sistema:

Acondicionamento

Os resíduos sólidos da construção civil são dispostos nas proximidades do local de geração, nas vias.

Coleta

A coleta é realizada pela Prefeitura Municipal na sede, nos distritos e nos povoados, sempre que necessário.

Transporte

O transporte é realizado pelos caminhões da Prefeitura Municipal.

Transbordo

Não há estação de transbordo para os resíduos da construção civil no município.

Tratamento

Não há tratamento dos Resíduos da Construção Civil.

Destinação final

Esses resíduos são depositados na área do antigo lixão (Figura 113).

Figura 113 - Antigo lixão



Fonte: SHS (2015)

Assim, as soluções adotadas para a destinação de RCC não estão de acordo com a legislação e normas técnicas vigentes.

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 / Transporte / Tratamento / Transbordo / Disposição final

Os geradores deste tipo de resíduo não se reportam à prefeitura sobre nenhuma das etapas da gestão dos resíduos.

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

No ano de 2009 o município de Alvinópolis foi autuado pelo órgão ambiental estadual em função da existência de um lixão, que recebia todos os resíduos sólidos gerados no município. A multa atingiu 3 milhões de reais.

Assim, em 2012 o município passou a integrar o Consórcio Público de Gestão de Resíduos Sólidos (CPGRS), enviando seus resíduos ao aterro sanitário em João Monlevade.

O lixão desativado não foi encerrado adequadamente e constitui um passivo ambiental. Cabe ainda ressaltar que o mesmo vem sendo utilizado para a disposição de entulhos pela Prefeitura Municipal (Figura 114).

Figura 114 - Lixão desativado



Fonte: SHS (2015)

Os resíduos sólidos coletados no distrito de Fonseca ainda não estão sendo encaminhados ao aterro sanitário, mas dispostos em um lixão localizado no próprio distrito (Figura 115 e Figura 116). Trata-se de uma área sem nenhum tipo de controle ou licença ambiental. Constitui, assim, outro passivo ambiental a ser recuperado.

Figura 115 - Aspecto geral do lixão no distrito de Fonseca



Fonte: SHS (2015)

Figura 116 - Lixão no distrito de Fonseca



Fonte: SHS (2015)



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, mal cheiroso 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.

Assim, como medidas saneadoras adicionais 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.

5.1.4. Geração de resíduos

5.1.4.1. Resíduos sólidos urbanos

A Tabela 7 e a Tabela 8 apresentam a quantidade mensal e anual de resíduos sólidos urbanos coletados e dispostos no aterro sanitário de João Monlevade nos anos de 2014 e 2015.

Esses valores são relativos apenas à sede do município, ao distrito de Barretos e ao de Major Ezequiel.

Tabela 7 - Quantidade mensal e anual de resíduos sólidos urbanos dispostos no aterro sanitário (2014)

MÊS	QUANTIDADE LIXO DOMICILIAR-TON
JANEIRO	144,25
FEVEREIRO	132,29
MARÇO	129,53
ABRIL	123,10
MAIO	130,91
JUNHO	120,50
JULHO	122,80
AGOSTO	107,41
SETEMBRO	126,80
OUTUBRO	134,19
NOVEMBRO	116,88
DEZEMBRO	161,72
TOTAL GERAL	1550,38

Fonte: Prefeitura Municipal de Alvinópolis (2015)



Tabela 8 - Quantidade mensal de resíduos sólidos urbanos dispostos no aterro sanitário (2015)

MÊS	QUANTIDADE LIXO DOMICILIAR-TON
JANEIRO	145,87
FEVEREIRO	148,33
MARÇO	147,24
ABRIL	144,09
MAIO	143,07

Fonte: Prefeitura Municipal de Alvinópolis (2015)

Apesar do registro da quantidade de resíduos dispostos no aterro anualmente, elaborou-se a estimativa da geração de resíduos sólidos urbanos domésticos do município de Alvinópolis, apresentado na Tabela 13.

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, o Quadro 66 apresenta a estimativa da geração total de resíduos sólidos domiciliares em Alvinópolis.

Quadro 66 - Estimativa da geração de resíduos sólidos em Alvinópolis

Ano	População urbana (hab.)	População rural (hab.)	População total (hab.)	Quantidade de resíduos gerados (ton/dia)	Quantidade de resíduos gerados (ton/ano)
2015	11.726	3.394	15.120	12,24	4.470,2

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 9.

Considerando que Itueta apresenta características semelhantes a Alvinópolis 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 Alvinópolis.



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 10.

Tabela 9 - 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 10 - 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.

Sabendo-se o valor total de resíduos gerados, dados no Quadro 66, e considerando-se os índices de participação de cada tipo de resíduos, dados na Tabela 10, pode-se inferir as quantidades de resíduos, por tipo, gerados em Alvinópolis. A Tabela 11 exibe, então, essa estimativa.

Tabela 11 - Quantidades parciais estimadas dos resíduos gerados em Alvinópolis

Resíduos	Participação (%)	Quantidade (t/dia)
Material reciclável	31,9	3,89
Metais	2,9	0,35
Aço	2,3	0,28
Alumínio	0,6	0,07
Papel, papelão e tetrapak	13,1	1,60
Plástico total	13,5	1,65
Plástico filme	8,9	1,09
Plástico rígido	4,6	0,56
Vidro	2,4	0,29
Matéria orgânica	51,4	6,27
Outros	16,7	2,04
Total	100	12,20

Fonte: SHS (2015)

As quantidades apresentadas, ainda que sejam estimadas, podem servir com mais consistência às tomadas de decisão na gestão integrada de resíduos.

5.1.4.2. Resíduos sólidos industriais

Segundo o Cadastro das Indústrias de Minas Gerais-CIEMG/FIEMG há dez empresas em Alvinópolis que estão sujeitas à elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) nos termos do art. 20 da Lei nº 12.305/10. Porém, como



já dito anteriormente, essas empresas não se reportam diretamente à prefeitura sobre o manejo de seus resíduos sólidos.

5.1.4.3. Resíduos sólidos dos serviços de saúde

A quantidade média mensal de resíduos dos serviços de saúde acondicionada na Policlínica de Alvinópolis é de 135 kg. A quantidade média mensal acondicionada no PSF José Carvalho da Conceição é de 9 kg. Assim, a Serquip coleta e incinera mensalmente em torno de 144 kg de resíduos dos serviços de saúde.

No hospital, a média mensal de produção de resíduos dos serviços de saúde é de 148 kg.

5.1.4.4. Resíduos sólidos da construção civil

A média mensal de entulhos coletados em Alvinópolis é de 35 toneladas.

5.1.4.5. 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 de Alvinópolis já integra, desde 2012, o Consórcio Público de Gestão de Resíduos Sólidos (CPGRS), junto com os municípios de João Monlevade, Bela Vista de Minas, Rio Piracicaba e Nova Era.

A Tabela 12 e a Tabela 13 apresentam as planilhas de despesas com a disposição de resíduos sólidos no aterro sanitário pertencente ao consórcio, nos anos de 2014 e 2015.



Tabela 12 - Planilha de despesas com a disposição de resíduos sólidos urbanos no aterro sanitário (2014)

MÊS	VALOR TOTAL LIXO DOMICILIAR EM R\$
JANEIRO	9.749,86
FEVEREIRO	8.941,48
MARÇO	8.754,93
ABRIL	8.320,33
MAIO	8.848,21
JUNHO	8.144,60
JULHO	8.802,30
AGOSTO	7.699,14
SETEMBRO	9.089,03
OUTUBRO	9.618,74
NOVEMBRO	8.377,96
DEZEMBRO	11.592,09
TOTAL GERAL	107.938,67

Fonte: Prefeitura Municipal de Alvinópolis (2015)

Tabela 13 - Planilha de despesas com a disposição de resíduos sólidos urbanos no aterro sanitário (2015)

MÊS	VALOR TOTAL LIXO DOMICILIAR EM R\$
JANEIRO	10.455,96
FEVEREIRO	10.632,29
MARÇO	10.554,17
ABRIL	10.328,36
MAIO	10.255,26

Fonte: Prefeitura Municipal de Alvinópolis (2015)

O preço da tonelada de resíduos sólidos depositados até o mês de junho de 2014 era de R\$ 67,59. No mês de julho o valor subiu para R\$ 71,68. Cabe ressaltar que o aterro sanitário pertencente ao consórcio possui vida útil estimada até 2034.

O município de Alvinópolis já despendeu valores consideráveis como, por exemplo, com a cota de participação no consórcio, no valor de R\$ 200.000,00.

Assim, a solução atual é satisfatória, ressaltando-se apenas a necessidade imediata de inserir nesse contexto os resíduos sólidos gerados no distrito de Fonseca, que não estão sendo adequadamente dispostos. Além disso, é importante reforçar a necessidade de adoção de um programa de coleta seletiva, para desonerar os gastos com aterramento de resíduos e contribuir para o aumento da vida útil do aterro sanitário.



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 67 apresenta os indicadores de desempenho selecionados, especificando o seu significado, indicando a fórmula utilizada e a periodicidade de cálculo desejável.

Quadro 67 - 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.	$RSU = \frac{\text{Quantidade de RSD}}{\text{População atendida}}$	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.	$ICA (\%) = \frac{\text{N}^\circ \text{ de hab. da área atendida}}{\text{População total do município}} \times 100$ $ICA (\%) = \frac{\text{N}^\circ \text{ de hab. da área atendida}}{\text{População urbana do município}} \times 100$	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.	$IRRCT (\%) = \frac{\text{quantidade de recicláveis} \times 100}{\text{quantidade total coletada}}$	Semestral

Fonte: SHS (2015)

O Quadro 68 mostra os indicadores obtidos a partir de dados disponíveis no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento entre os anos de 2012 e 2013, sendo os dados de 2014 informados diretamente pela Prefeitura Municipal.



Quadro 68 - Indicadores do serviço de manejo de resíduos sólidos de Alvinópolis entre os anos de 2012 e 2014

Massa coletada per capita em relação à população urbana (kg/hab.dia)		
2012	2013	2014
0,29	0,28	0,27
Taxa de cobertura da coleta regular em relação à população total (%)		
2012	2013	2014
-	-	-
Taxa de cobertura da coleta regular em relação à população urbana (%)		
2012	2013	2014
100	100	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 Alvinópolis (2015)

A verificação da evolução desses 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 Alvinópolis. 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.

5.2. Projeções e estimativas de demandas do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

5.2.1. Resíduos sólidos domiciliares

Atualmente o município de Alvinópolis juntamente com os municípios consorciados João Monlevade, Nova Era, Rio Piracicaba e Bela Vista de Minas, encaminha seus resíduos sólidos para o Aterro Sanitário gerenciado pelo Consórcio Público de Gestão de Resíduos Sólidos (CPGRS) do município de João Monlevade.

Utilizando-se da metodologia apresentada pelo Ministério do Meio Ambiente (2013), foi 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 69 apresenta a projeção da geração de resíduos ano a ano para o horizonte de planejamento.

Quadro 69 - 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	11.726	3.394	15.120	12,2	4.470,2
2016	11.760	3.300	15.060	12,2	4.452,5
2017	11.795	3.214	15.009	12,2	4.437,4
2018	11.828	3.127	14.955	12,1	4.421,4
2019	11.854	3.068	14.922	12,1	4.411,7
2020	11.868	3.003	14.871	12,0	4.396,6
2021	11.887	2.918	14.805	12,0	4.377,1
2022	11.921	2.854	14.775	12,0	4.368,2
2023	11.939	2.777	14.716	11,9	4.350,8
2024	11.959	2.710	14.669	11,9	4.336,9
2025	11.972	2.636	14.608	11,8	4.318,9
2026	11.982	2.546	14.528	11,8	4.295,2
2027	12.000	2.474	14.474	11,7	4.279,2
2028	11.978	2.405	14.383	11,7	4.252,3
2029	11.986	2.326	14.312	11,6	4.231,3
2030	11.982	2.254	14.236	11,5	4.208,9
2031	11.970	2.190	14.160	11,5	4.186,4
2032	11.953	2.145	14.098	11,4	4.168,1
2033	11.943	2.084	14.027	11,4	4.147,1
2034	11.931	2.033	13.964	11,3	4.128,5
2035	11.915	1.985	13.900	11,3	4.109,5
2036	11.869	1.933	13.802	11,2	4.080,6

Fonte: SHS (2015)

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 70 apresenta a composição gravimétrica típica dos resíduos urbanos gerados no Brasil.

Quadro 70 - 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) *et al* Ministério do Meio Ambiente (2012)

Considerou-se a média nacional de participação 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 45.

Assim, o Quadro 71 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 71 - 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	4.470	1.426	0	0	4.470
2016	4.452	1.420	3	47	4.405
2017	4.437	1.416	7	94	4.343
2018	4.421	1.410	10	141	4.280
2019	4.412	1.407	13	188	4.224
2020	4.397	1.403	17	234	4.163
2021	4.377	1.396	20	279	4.098
2022	4.368	1.393	23	325	4.043
2023	4.351	1.388	27	370	3.981
2024	4.337	1.383	30	415	3.922
2025	4.319	1.378	33	459	3.860
2026	4.295	1.370	37	502	3.793
2027	4.279	1.365	40	546	3.733
2028	4.252	1.356	43	588	3.665
2029	4.231	1.350	47	630	3.601
2030	4.209	1.343	50	671	3.538
2031	4.186	1.335	53	712	3.474
2032	4.168	1.330	57	753	3.415
2033	4.147	1.323	60	794	3.353
2034	4.128	1.317	63	834	3.294
2035	4.110	1.311	67	874	3.236
2036	4.081	1.302	70	911	3.169

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 70, 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 72 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 72 - 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	4.470	2.298	0	0	4.470
2016	4.452	2.289	3	65	4.387
2017	4.437	2.281	6	130	4.307
2018	4.421	2.273	9	195	4.227
2019	4.412	2.268	11	259	4.153
2020	4.397	2.260	14	323	4.074
2021	4.377	2.250	17	386	3.991
2022	4.368	2.245	20	449	3.919
2023	4.351	2.236	23	511	3.840
2024	4.337	2.229	26	573	3.764
2025	4.319	2.220	29	634	3.685
2026	4.295	2.208	31	694	3.601
2027	4.279	2.200	34	754	3.525
2028	4.252	2.186	37	812	3.441
2029	4.231	2.175	40	870	3.361
2030	4.209	2.163	43	927	3.282
2031	4.186	2.152	46	984	3.203
2032	4.168	2.142	49	1.041	3.127
2033	4.147	2.132	51	1.096	3.051
2034	4.128	2.122	54	1.152	2.976
2035	4.110	2.112	57	1.207	2.903
2036	4.081	2.097	60	1.258	2.822

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 disposta em aterros.

O Quadro 73 apresenta o cenário projetado para Alvinópolis em relação aos rejeitos, considerando o cumprimento das metas estabelecidas para reaproveitamento dos resíduos recicláveis secos e orgânicos.

Quadro 73 - 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	4.470	0	0	4.470	0
2016	4.452	47	65	4.340	3
2017	4.437	94	130	4.213	5
2018	4.421	141	195	4.086	8
2019	4.412	188	259	3.965	10
2020	4.397	234	323	3.840	13
2021	4.377	279	386	3.712	15
2022	4.368	325	449	3.594	18
2023	4.351	370	511	3.470	20
2024	4.337	415	573	3.349	23
2025	4.319	459	634	3.225	25
2026	4.295	502	694	3.099	28
2027	4.279	546	754	2.979	30
2028	4.252	588	812	2.853	33
2029	4.231	630	870	2.731	35
2030	4.209	671	927	2.610	38
2031	4.186	712	984	2.490	41
2032	4.168	753	1.041	2.374	43
2033	4.147	794	1.096	2.257	46
2034	4.128	834	1.152	2.142	48
2035	4.110	874	1.207	2.029	51
2036	4.081	911	1.258	1.911	53

Fonte: SHS (2015)



Como apontado pelos dados apresentados no Quadro 73, 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 teria uma pequena diminuição ao longo dos anos, sendo, para o ano de 2036, 4.081ton/ano. Entretanto, caso atingidas as metas de reciclagem dos resíduos recicláveis secos e dos resíduos orgânicos, haveria uma redução mais expressiva da quantidade de resíduos aterrados, de potencialmente 53% para 2036, sendo enviado para disposição final 1.911ton/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 Alvinópolis 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:
 - o NBR 10157/87 - Aterros de resíduos perigosos - critérios para projeto, construção e operação – procedimento.
 - o NBR 13896/97 - Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para Projeto, Implantação e Operação – procedimento.
 - o 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.
- Estudo de alternativas locais 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 13896/97 e 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 117 indica os critérios estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM nº118/2008 do Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais, para escolha da área para instalação do aterro sanitário.

Figura 117 - Critérios a serem adotados para escolha da localização da área



Fonte: Adaptado de FEAM, 2008

O município implementou em 2002 através da Lei Municipal Nº 1.620, a Área de Proteção Ambiental (APA) Carvão de Pedra. 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).

Ainda segundo o SNUC, uma Área de Proteção Ambiental não é obrigada a apresentar a Zona de Amortecimento. Ao mesmo tempo não foi possível ter acesso ao



decreto que instituiu a unidade de conservação no município para verificar a existência de qualquer zoneamento do tipo no entorno desta. Portanto, em critério de unidade de conservação não foi considerada apropriada para a escolha de alternativas de aterro sanitário apenas a área dentro dos limites da APA.

5.3.1. Dimensionamento da área necessária para instalação de um aterro sanitário em Alvinópolis

Para a quantificação da área necessária ao empreendimento utilizou-se a metodologia proposta no Manual do IBAM - SEDU, explicada no Quadro 74, além de dados projetacionais utilizados para estimar a área: Projeção do total da população em 2036: 13.802 habitantes, com produção de resíduos estimada em cerca de 11 toneladas/dia em todo o município, incluindo zona rural.

Quadro 74 - 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 (m ²)
11,2	x 560	6272

Fonte: IBAM - SEDU

Conforme apresentado no Quadro 74 para o montante de resíduos gerados em Alvinópolis será necessária uma área de aproximadamente 6272m² 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, o que restringe em grande parte a escolha de áreas adequadas, além de muitas áreas de declividade alta. 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 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 118 e Figura 119:

Área 1: 699858mE; 7778471mS;

Área 2: 697747mE; 7773737mS;

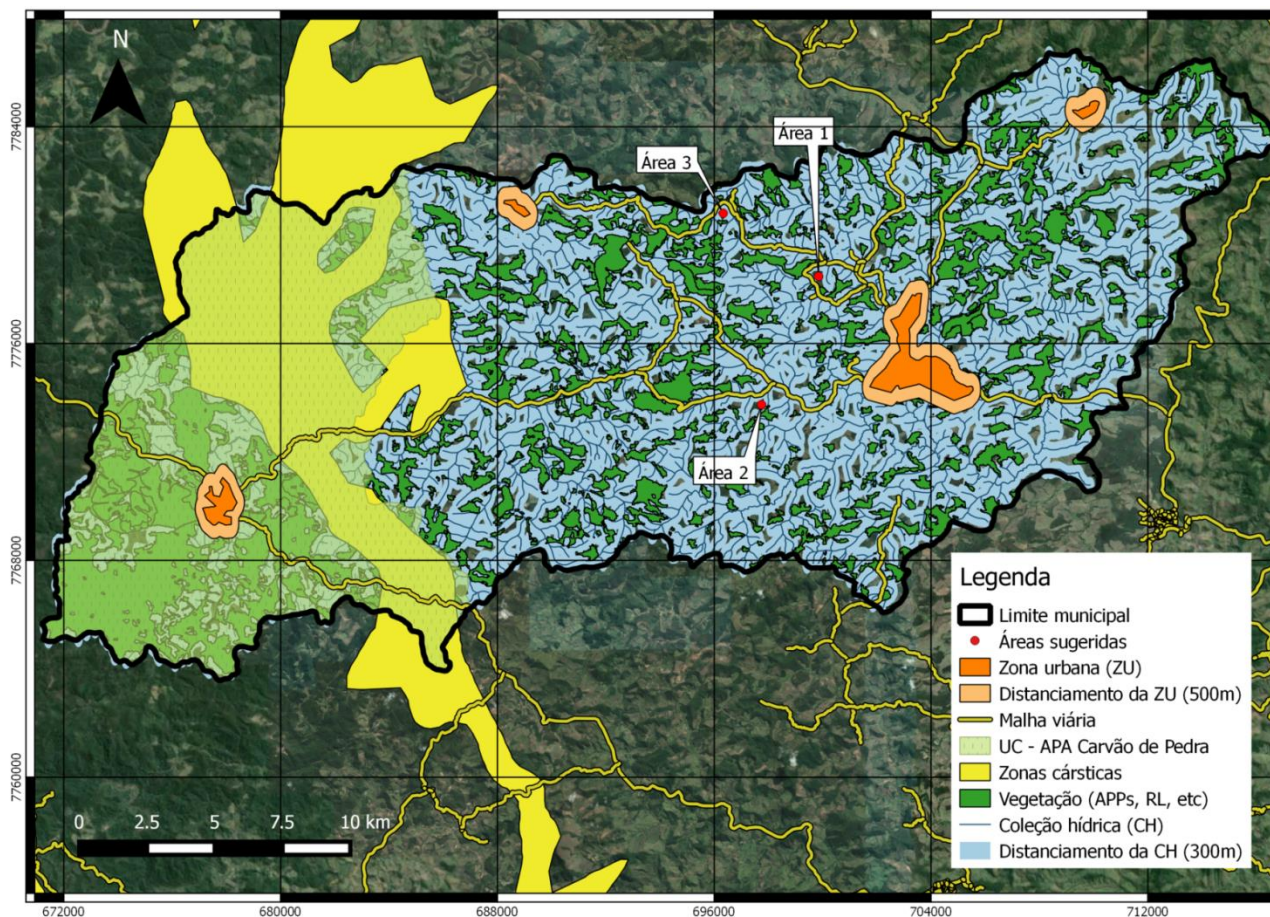
Área 3: 696330mE; 7780805mS.

A **Figura 118** evidencia que a sugestão das áreas foi feita respeitando as normas citadas anteriormente, onde se pode perceber a grande coleção hídrica pertencente ao município, bem como a Área de Proteção Ambiental. Já a Figura 119 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.



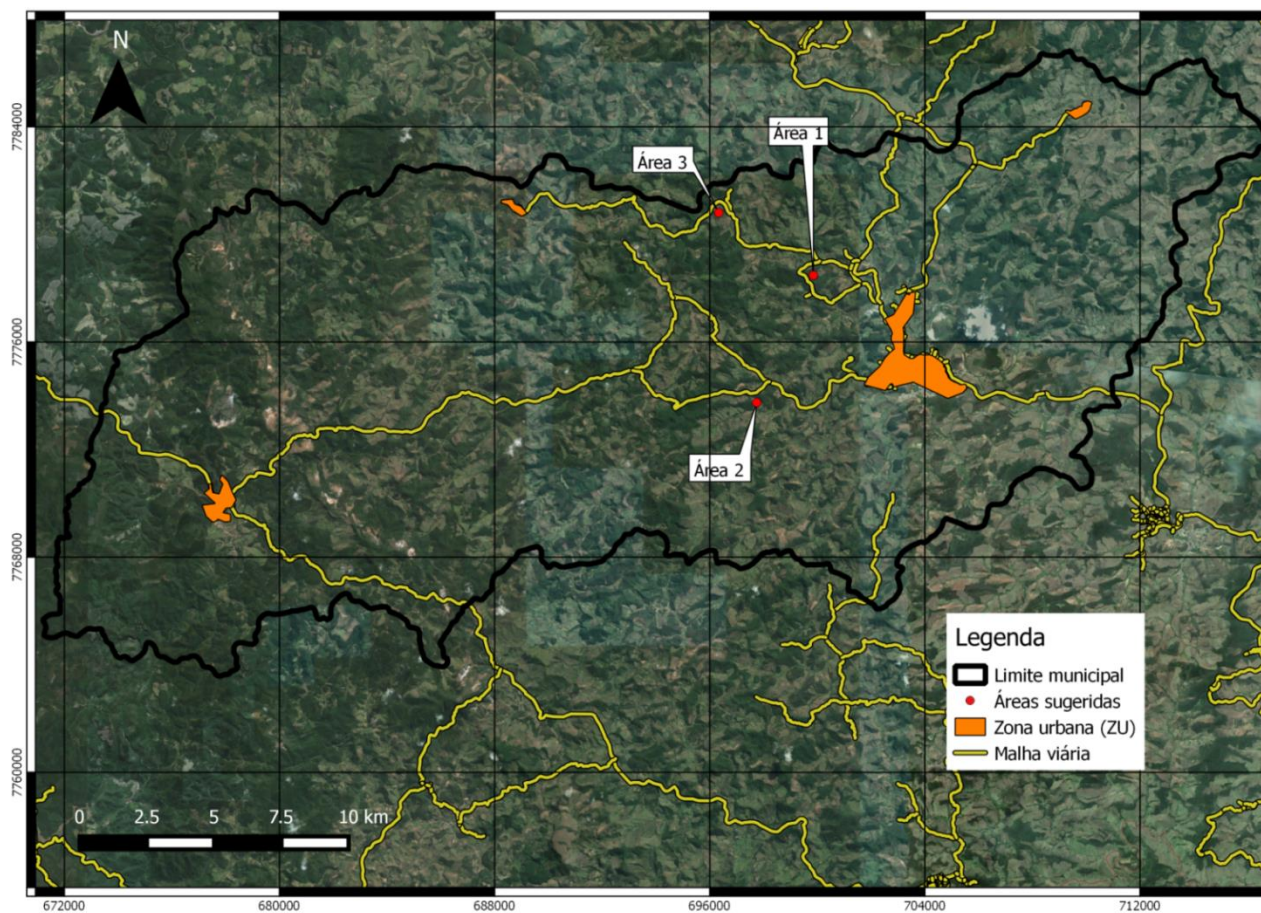
Figura 118 - Áreas sugeridas para instalação do aterro sanitário (com APPs)



Fonte: Google Earth©, SHS (2015)



Figura 119 - Áreas sugeridas para instalação do aterro sanitário (sem APPs)



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, se faz 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.

Ressalva-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 pela classificação do RCD, 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 Alvinópolis, 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 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 considerada a média de 367 kg/hab.ano estimada 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 Alvinópolis. No Quadro 75, estão apresentados os resultados desta projeção.

Quadro 75 - Projeção de geração de RCD de Alvinópolis

Ano	Quantidade de RCD gerados		
	ton/ano	m ³ /ano	m ³ /mês
2015	5.549,0	4.624,2	385,4
2016	5.527,0	4.605,9	383,8
2017	5.508,3	4.590,3	382,5
2018	5.488,5	4.573,7	381,1
2019	5.476,4	4.563,6	380,3
2020	5.457,7	4.548,0	379,0
2021	5.433,4	4.527,9	377,3
2022	5.422,4	4.518,7	376,6
2023	5.400,8	4.500,6	375,1
2024	5.383,5	4.486,3	373,9
2025	5.361,1	4.467,6	372,3
2026	5.331,8	4.443,1	370,3
2027	5.312,0	4.426,6	368,9
2028	5.278,6	4.398,8	366,6



Ano	Quantidade de RCD gerados		
	ton/ano	m ³ /ano	m ³ /mês
2029	5.252,5	4.377,1	364,8
2030	5.224,6	4.353,8	362,8
2031	5.196,7	4.330,6	360,9
2032	5.174,0	4.311,6	359,3
2033	5.147,9	4.289,9	357,5
2034	5.124,8	4.270,7	355,9
2035	5.101,3	4.251,1	354,3
2036	5.065,3	4.221,1	351,8

Fonte: SHS (2015)

Como é possível notar no Quadro 75, a geração de RCD estimada para o município em 2036 de 5.065 ton/ano é significativamente reduzida quando comparada à massa de 66.000 ton/ano processada por usina com a capacidade mínima para se obter viabilidade econômica. 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 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 Alvinópolis, 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 ao 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 nº 307/02, 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 nº 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 longo 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

A seguir 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 proposição de objetivos e metas visando à adequação das fragilidades contatadas.



Quadro 76 - Matriz SWOT do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente Interno	<p>FORÇAS</p> <p>1. Perfil institucional</p> <ul style="list-style-type: none"> - Existência do Consórcio Público de Gestão de Resíduos Sólidos (CPGRS) do qual Alvinópolis participa. <p>2. Gerenciamento de resíduos sólidos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resíduos do município são encaminhados para um aterro sanitário com vida útil até 2034. - Existência da Associação dos Trabalhadores de Limpeza e Materiais Recicláveis de Alvinópolis – ATLMARALV. - Resíduos dos serviços de saúde recebem destinação final adequada. 	<p>1. Perfil institucional</p> <p>2. Gerenciamento de resíduos sólidos</p> <p>3. Sustentabilidade econômica</p> <p>4. Legislação e normatização do setor</p> <p>5. Sistema de obtenção e acesso a dados</p>	<p>FRAQUEZAS</p> <p>1. Perfil institucional</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ausência de Planos de Contingência e Emergência. <p>2. Gerenciamento de resíduos sólidos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lixão do município não foi desativado e ainda recebe resíduos. - Não há programa estruturado de coleta seletiva atualmente. - Resíduos da construção civil são indevidamente dispostos no lixão. - Não existe um programa de gerenciamento de resíduos especiais. <p>3. Sustentabilidade econômica</p> <ul style="list-style-type: none"> - Não há taxa ou cobrança pela prestação dos serviços públicos de gestão de resíduos sólidos e o sistema opera em déficit. - Necessidade de pagar para dispor os resíduos no Aterro em João Monlevade. <p>5. Sistema de obtenção e acesso a dados</p> <ul style="list-style-type: none"> - Não existe um canal de comunicação bem estruturado com a população.
Ambiente Externo	<p>OPORTUNIDADES</p> <p>1. Perfil institucional</p> <ul style="list-style-type: none"> - Projeto Curumim, realizado pela Secretaria de Ação Social. <p>4. Legislação e normatização do setor</p> <ul style="list-style-type: none"> - As Lei Federais 11.445/07, 12.305/10 e seus decretos regulamentadores são oportunidades de adequação dos sistemas de saneamento básico e melhoria da qualidade de vida dos cidadãos. 		<p>AMEAÇAS</p> <p>2. Gerenciamento de resíduos sólidos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Município dependente de uma empresa devido à terceirização de parte do gerenciamento.



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 Alvinópolis, foi possível propor sete objetivos específicos, que são descritos a seguir.

- 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 77 são apresentadas as metas para cada objetivo proposto, de forma sistematizada, além dos prazos para cada meta.



Quadro 77 - 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 arts. 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 78 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\$ 13.900.000,00** (treze milhões e novecentos mil reais).



Quadro 78 - 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				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
4.1.1.02	Ação 2: Estudar melhor rota para veículos coletores.	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/ano
4.1.1.03	Ação 3: Elaborar estudo de densidade e fluxo populacional.	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
4.1.1.04	Ação 4: Implantar programas e ações de capacitação técnica, voltados para implantação e operacionalização do sistema.	X	X			25.000,00	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: 6 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			70.000,00	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:160 horas
4.1.2.06	Ação 6: Dar início às atividades do Programa de Coleta Seletiva.	X	X			*	
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: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
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		120.000,00	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:280 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		50.000,00	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		40.000,00	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		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
4.1.5.14	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	40.000,00	C=n° mínimo estimado de pontos x custo unitário de caçamba estacionária Fonte: Suprema, 2016 ref:R\$ 1500,00



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
4.1.6.16	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		4.500.000,00	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	45.000,00	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:*130 horas; **120 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	250.000,00	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:*20 horas/ano;** 60 horas/ano
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	80.000,00	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/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
4.2.1.22	Ação 22: Ampliar a área atendida pelo serviço de varrição utilizando uma frequência mínima adequada à realidade local.	X				650.000,00	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 Nº de eventos:4 eventos/ano Nº 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			1.600.000,00	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			15.000,00	C=nº mínimo estimado de pontos x custo unitário de coletores de lixo Fonte: Suprema, 2016 ref:R\$ 200,00
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		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 Nº hora de horas de dedicação do técnico: 60horas/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		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:15 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
4.3.1.28	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				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
4.3.2.30	Ação 30: Dar início à implantação de coleta seletiva no município.	X	X	X		*	
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		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
4.3.3.32	Ação 32: Operar o sistema de metas progressivas de redução da disposição final de massa de lixo em aterro sanitário.	X	X	X	X	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
4.4.1.33	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



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
4.4.1.34	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			1.000.000,00	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
4.4.4.38	Ação 38: Criar cadastro de geradores comerciais e industriais e identificar quais geram resíduos passíveis de logística reversa.	X	X			20.000,00	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:*80 horas; **140 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			20.000,00	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:*80 horas; **140 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
4.4.4.40	Ação 40: Elaborar e implementar projeto de reaproveitamento e destinação de aparelhos eletrônicos envolvendo a população.	X	X			20.000,00	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:*80 horas; **140 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			20.000,00	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:*80 horas; **140 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		350.000,00	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		160.000,00	O preço médio foi estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, empresas de engenharia etc)
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		20.000,00	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:*80 horas; **140 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		20.000,00	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:*80 horas; **140 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
4.4.6.46	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		250.000,00	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	*	
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	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



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
4.4.8.51	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	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
4.4.8.53	Ação 53: Atualizar mapa da rota de movimentação de RSU otimizada.	X	X	X	X	*	
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	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
4.5.1.55	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				20.000,00	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:95 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				20.000,00	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:95 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
4.5.1.58	Ação 58: Criar regulamento para estabelecer procedimentos para a mobilização e trânsito de cargas perigosas no município ou na região.	X				20.000,00	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:95 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				20.000,00	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:95 horas
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				20.000,00	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:95 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				20.000,00	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:95 horas
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				35.000,00	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:95 horas
4.5.3.64	Ação 64: Criar regulamento que exija a separação dos resíduos domiciliares na fonte.	X				20.000,00	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:95 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
4.5.4.65	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 o 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				20.000,00	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:95 horas
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				20.000,00	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:95 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				20.000,00	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:95 horas
4.5.6.68	Ação 68: Criar regulamento que diferencie pequenos geradores dos médios e grandes geradores, atribuindo-lhes suas responsabilidades.	X				20.000,00	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:95 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				20.000,00	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:95 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
4.5.8.70	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			20.000,00	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:95 horas
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			20.000,00	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:*80 horas; **120 horas
4.5.8.72	Ação 72: Regulamentar tarifas a serem cobradas pela prefeitura, caso ela assuma 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				110.000,00	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				180.000,00	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:400 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
4.6.2.78	Ação 78: Realizar estudos técnicos para levantamento dos processos que serão implementados e que necessitarão de licenciamento e certificados ambientais.	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
4.6.2.79	Ação 79: Realizar o licenciamento ambiental das áreas onde serão implantadas as unidades do sistema de gestão dos resíduos sólidos.		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:115 horas
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				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:50 horas
4.7.1.82	Ação 82: Elaborar e implementar calendário de eventos de cunho ambiental com foco no eixo de Resíduos Sólidos.	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:140 horas
4.7.1.83	Ação 83: Integrar programas de educação ambiental ao componente curricular, com apoio da Secretaria de Educação.	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:280 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	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:140 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
4.7.1.85	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
4.7.2.87	Ação 87: Instituir um programa permanente para a conscientização da população, exclusivamente sobre os resíduos sólidos.	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
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	100.000,00	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:90 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	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: bianual Nº médio de participantes:80 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	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 Quantidade mínima de horas de dedicação:280 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
4.7.3.91	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:140 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	40.000,00	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: *140 horas**115 horas
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	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:280 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	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:1/ano Nº médio de participantes:120 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
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:*280 horas/ano; **200 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 N° de entrevistadores:8 pessoas

(s/o/m/a) = n° do setor / n° do objetivo / n° da meta / n° da ação.

R\$
13.900.000,00

*: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 Alvinópolis não apresenta boas práticas no que diz respeito à existência de mecanismos que garantam emprego e renda mediante a valorização dos resíduos sólidos. Como exemplo desses mecanismos pode-se citar: existência estruturada de cooperativa(s) 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 agregar mais valor no material triado, 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 se destacam: 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 N° 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 Alvinópolis 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 Alvinópolis produz cerca de 9,5ton/dia de resíduos sólidos na zona urbana e 2,7ton/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 Alvinópolis, 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 62,9m³ de recicláveis secos na zona urbana e 18,2m³ na zona rural, o que significaria transportar respectivamente 440,2m³ e 127,4m³ 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 19



catadores fazendo rodízio, considerando dividir a zona urbana em 5 setores (19 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, devendo ocorrer em duas zonas, na urbana e na rural.

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 até 2036, 40 operações de transbordo por semana na zona urbana e 7 na zona rural. Caso optem



pelo uso de um veículo maior (32m³), serão então necessárias 12 operações de transbordo por semana, sendo 10 na zona urbana e 2 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 2,5ton/dia em 2036, o espaço adequado para triagem será de aproximadamente 750m².

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 se deve considerar no dimensionamento dos galpões que cada triador pode processar 200 kg de material por dia - para o processamento de 2,5 toneladas diárias (meta para 2036), portanto, recomenda-se ter 13 triadores. Cada enfardador pode processar cerca de 600 kg de material por dia, portanto serão necessários 4 enfardadores por dia para atingir a meta de reciclar 70% do resíduo seco produzido 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 Alvinópolis será de aproximadamente 39 trabalhadores (13 triadores, 19 catadores, 4 enfardadores, 2 ajudantes para coletas nos PEVs da zona rural e mais 1 motorista). Além de representar renda para 39 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 locacionais 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 e 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 Alvinópolis, ações preventivas e corretivas deverão ser implementadas visando ao 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

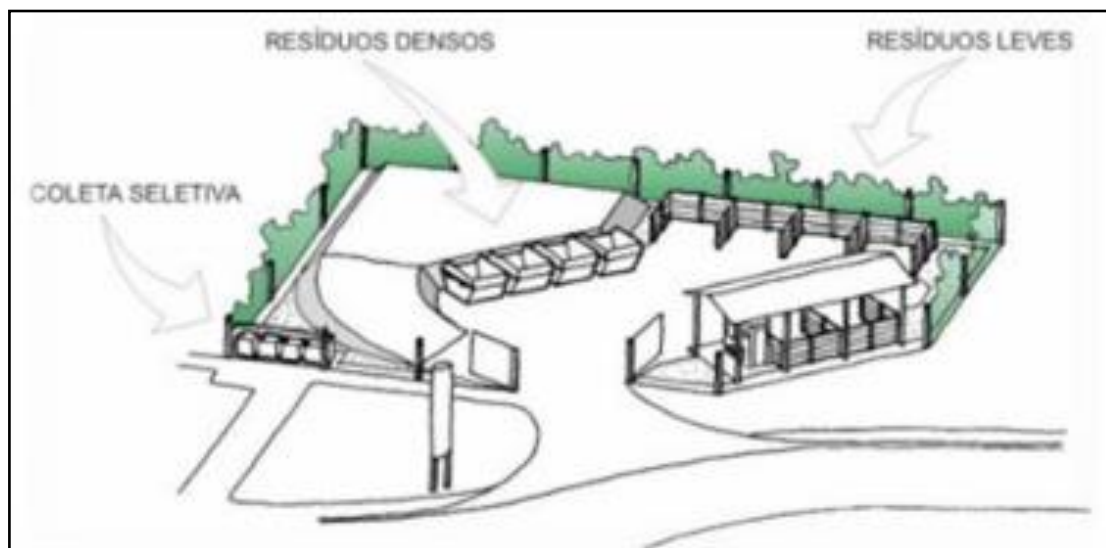


ações corretivas são medidas tomadas para eliminar as consequências imediatas de não conformidades.

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 120 mostra o modelo da estrutura geral de um ecoponto.

Figura 120 - 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 Alvinópolis, 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 consequentemente, 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 reconformação 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 79).

Quadro 79 - Ações de monitoramento

<ul style="list-style-type: none">• Estabelecer padrões de desempenho que indiquem o progresso rumo aos objetivos de longo prazo;
<ul style="list-style-type: none">• Monitorar a eficiência e eficácia dos projetos e metas pela coleta de dados de seu desempenho;
<ul style="list-style-type: none">• Fornecer <i>feedback</i> à população, sobre o progresso e desempenho do plano;
<ul style="list-style-type: none">• Identificar problemas através da comparação entre dados de desempenho e os padrões pré-estabelecidos; e
<ul style="list-style-type: none">• 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 Alvinópolis foi realizada no dia 03 de agosto de 2016, às 19h, na Câmara Municipal. O relatório fotográfico a seguir apresenta alguns momentos registrados durante a realização do evento e a lista de presença.



Figura 121 - Relatório fotográfico da Audiência Pública do PMSB de Alvinópolis





Figura 122 - Lista de presença da Audiência Pública do PMSB de Alvinópolis – Página 01

Registro de Comparecimento a Audiência Pública realizada no dia 03 de agosto de 2016 para discussão do Plano Municipal de Saneamento Básico de Alvinópolis; no salão da Câmara Municipal a rua 5 de Fevereiro, nº-14 Parte Alta - horário: 19:00h

1. Maria Aparecida de Alencar Lima Figueiredo
2. Maria Gótti de Souza Carvalho
3. Espirito Santo
4. José Geraldo
5. Maria Aparecida Figueiredo
6. Marlene Rola Gomes de Souza
7. Joaquina de Almeida
8. Sara Cristina da Silva
9. Rosângela da Conceição Moreira
10. FERNANDA SOUZA DOS SANTOS
11. Bárbara Camila Janta Almeida
12. Karine Cristina de Magalhães Silva
13. Paulo Silvino Costa
14. Roberta Maria da Silva Figueiredo
15. André Fuchs
16. Thaisiany Dias
17. João Paulo Miquelino Gomes
18. Diego Antonio de Carvalho Corrêas
19. Luiz Cláudio Carvalho e Silva
20. Lucas Ferreira Figueiredo
21. Rosimar Rosária da Silva
22. Regina Cotta Condino
23. Rosilayne Geraldo da Silva Lima
24. Lislle dos Santos Lima
25. Amanda Cordeiro Figueiredo
26. Ingrida Leone Cotta Machado
27. Amanda Lima

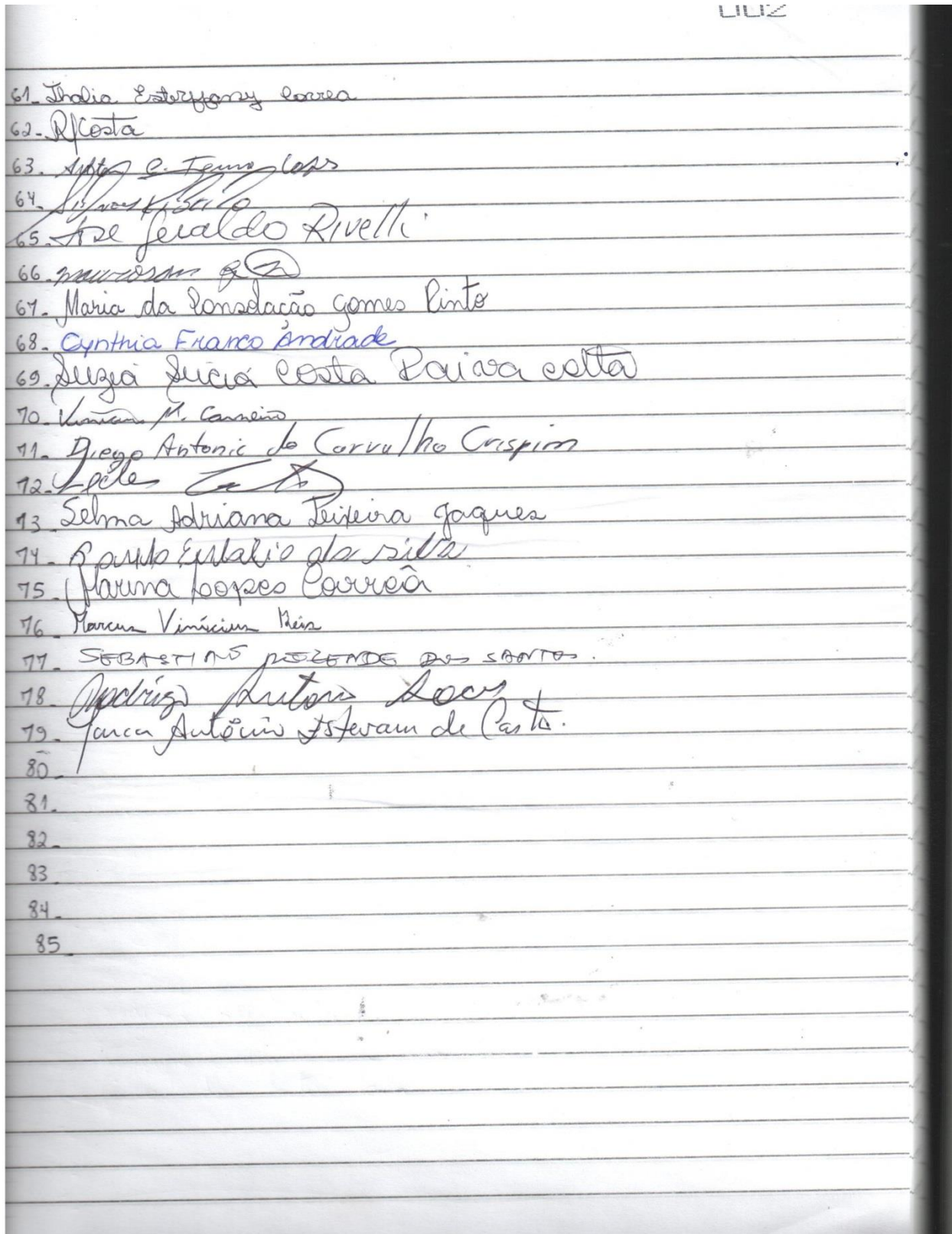


Figura 123 - Lista de presença da Audiência Pública do PMSB de Alvinópolis – Página 02

- 100
28. Ligia Geraldo Costa Magalhães
 29. Gláucia Batista de Sousa
 30. Leandro Santos Uersmann
 31. Doroti Alves dos Santos
 32. Felipe Baptista da Silva
 33. Solange dos Santos Lotte
 34. Vanderleide Marini
 35. Iana Imaculada Leite
 36. Dianna Maria Costa
 37. Reilton Soares
 38. João Marcelo de P.
 39. Adilson de Castro Filho
 40. Sebastião Pereira da S. Filho
 41. Priscilla Rosa Pereira
 42. Dayana Paulina Apriano Romão
 43. Diêgo Martins Gregório
 44. Tamara Gregoria Secanho
 45. Juliana dos Santos Silva
 46. Juliana Souza Gomes
 47. Adriano Soares
 48. Odair Costa da Mata
 49. Dúdy Augusto Quinto Fonseca
 50. Breno Fernandes de Paula
 51. Paulo Henrique Ferreira
 52. Italo Lazzari Júnior
 53. Charles de Souza do Carmo
 54. Lúcia Helena Soares
 55. João Paulo Soares Silva Junior
 56. Paulo Henrique Barro Almeida
 57. Jéssica Marise Bastos Carneiro
 58. Mateus Silva Soares
 59. Rosilene Ferreira Lima
 60. Marcos da Silva Ferreira



Figura 124 - Lista de presença da Audiência Pública do PMSB de Alvinópolis – Página 03





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 ao 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 Alvinópolis 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 dependendo 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 configurado exatamente para atender às mais diversas necessidades do setor de saneamento básico.

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 9985 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 PIRACICABA-MG, 2015. Disponível em: <http://www.cbhpiracicabamg.org.br/rio-piracicabamg>.

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-alvinopolis.html>.

CLIMATE-DATA, 2015. Disponível em: <http://pt.climate-data.org/location/25052/>.

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 307/02, 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.



- CORRÊA, R. S.; CORRÊA, A. S. Valoração de bio-sólidos como fertilizantes e condicionadores de solos. *Sanare*, v. 16, p. 49-56, 2001.
- 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 – Departamento de informática do Sistema Único de Saúde. Disponível em < <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0201>> Acesso em 22/08/2015>
- DATASUS, 2010. Cadernos de informações de Saúde de Minas Gerais. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/mg.htm>.
- 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.
- 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#mapa 201739>.



- 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>.
- INOUYE, 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.
- MDS - Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, 2015. Disponível em: <http://mds.gov.br/>.
- MEC - Ministério da Educação, 2015. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/>.
- MINAS GERAIS. Lei 13.199, de 29 de janeiro de 1999 – Política Estadual de Recursos Hídricos. Belo Horizonte, 1999.
- MINAS GERAIS. Lei 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. 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.

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 Resplendor (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 ALVINÓPOLIS, 2015. Disponível em: <http://www.alvinopolis.mg.gov.br/154/>
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, 2015. Disponível em: <http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/>.
- 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 - Análises de qualidade das águas fornecidas pela COPASA