PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE

RESPLENDOR - MG

Relatório Final

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

SET/2016

Realização:

Instituto BioAtlântica IBIO AGB Doce

Rua Afonso Pena, 2590, Centro - Governador Valadares/MG - 35.010-000
Tel.:55 33 3212-4350 www.ibioagbdoce.org.br

Comitê da Bacia Hidrográfica Águas do Rio Manhuaçu - D06

Rua Luiz Cerqueira, n° 75 - 2°andar – s. 02 - Centro - Manhuaçu-MG - 36.900-000
Tel.: 55 33 8430-7068. E-mail: manhuacucbh@hotmail.com

Execução:

Prefeitura Municipal de Resplendor - MG

Praça Pedro Nolasco, nº 20 – Centro – Resplendor - MG – CEP: 35.230-000
E-mail: pmr.11@hotmail.com

Prefeito: Cesar Romero e Silva

Vice-Prefeito: Azemar da Silva Dorneles

Chefe de Gabinete: Danniely Karla Moreira Faria

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 ..... **xii**

Lista de Quadros ..... **xix**

Lista de Tabelas ..... **xxiv**

Anexos ..... **xxv**

Abreviaturas e Siglas ..... **xxvi**

Glossário ..... **xxvii**

Apresentação ..... **xxx**

1. Setor Geral do Saneamento Básico Municipal **33**

1.1. Objetivos, metas, ações e estimativas de custos 33

1.2. Detalhamento de programas, projetos e ações 44

2. Sistema de Abastecimento de Água (SAA) **48**

2.1. Diagnóstico 48

2.1.1. Análise crítica dos planos já existentes 48

2.1.2. Caracterização da cobertura e qualidade dos serviços 49

2.1.3. Situação atual do sistema 50

2.1.3.1. Campo Alegre de Minas 53

2.1.3.2. Independência 55

2.1.3.3. Nicolândia 58

2.1.4. Soluções alternativas empregadas 59

2.1.4.1. Horácio 60

2.1.4.2. Calixto 61

2.1.4.3. Bom Pastor 67

2.1.4.4. Assentamento Roseli Nunes II 68

2.1.5. Análise de mananciais 69

2.1.6. Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores 70

2.1.6.1. Índice de abastecimento urbano de água 70

2.1.6.2. Índice de abastecimento total de água 70

2.1.6.3. Economias atingidas por paralisações. 70

2.1.6.4. Duração média das paralisações 71

2.1.6.5. Incidência das análises de cloro residual fora do padrão 71

2.1.6.6. Incidência das análises de turbidez fora do padrão 72

2.1.6.7. Índice de perdas na distribuição 72

2.1.6.8. Consumo médio *per capita* de água 72

2.1.6.9. Indicadores econômico-financeiros 73

2.1.6.10. Tarifa média de água 75

2.1.6.11. Indicador de desempenho financeiro 75

2.2. Projeção e estimativas das demandas do Sistema de Abastecimento de Água 76

2.2.1. Descrição dos principais mananciais e definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda 92

2.2.1.1. Sede 92

2.2.1.2. Bom Pastor 98

2.2.1.3. Calixto 102

2.2.1.4. Campo Alegre de Minas 105

2.2.1.5. Independência 110

2.2.1.6. Nicolândia 115

2.2.1.7. Áreas rurais 119

2.3. Objetivos, metas, ações e estimativa de custos 122

2.4. Detalhamento de programas, projetos e ações 135

2.4.1. Programa "Caça Gato" 135

2.4.2. Sede 135

2.4.3. Bom Pastor 136
2.4.4. Campo Alegre de Minas 136
2.4.5. Calixto 136
2.4.6. Independência 137
2.4.7. Nicolândia 137
2.4.8. Localidades rurais 138
2.4.8.1. Sistema de abastecimento coletivo com captação subterrânea 138
2.4.8.2. Sistema de abastecimento coletivo com captação superficial 139
2.4.8.3. Abastecimento de água individualizado 139
2.4.8.4. Horácio 140
2.4.9. Programa de Aferição da Qualidade da Água Rural (PAQAR) 141
2.5. Ações para emergências e contingências 141
2.5.1. Operacionais 141
2.5.2. Gestão e gerenciamento 142
2.5.3. Imprevisíveis 143
3. Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) 144
3.1. Diagnóstico 144
3.1.1. Caracterização da cobertura e qualidade dos serviços 144
3.1.2. Situação atual do sistema 145
3.1.3. Soluções alternativas empregadas 147
3.1.3.1. Bom Pastor 148
3.1.3.2. Calixto 148
3.1.3.3. Campo Alegre 149
3.1.3.4. Horácio 149
3.1.3.5. Independência 149
3.1.3.6. Nicolândia 150

3.1.4. Análise de corpos receptores 151

3.1.5. Identificação de fundos de vale 152

3.1.5.1. Nicolândia 152

3.1.5.2. Independência 154

3.1.5.3. Horácio 155

3.1.5.4. Campo Alegre de Minas 156

3.1.5.5. Calixto 157

3.1.5.6. Bom Pastor 158

3.1.6. Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores 159

3.1.6.1. Índice de atendimento urbano de esgoto 159

3.1.6.2. Índice de coleta de esgoto 159

3.1.6.3. Índice de tratamento de esgoto 159

3.1.6.4. Tarifa média de esgoto 159

3.2. Projeções e estimativas de demandas do Serviço de Esgotamento Sanitário 160

3.2.1. Definição de alternativas técnicas de Engenharia para o atendimento da demanda 195

3.3. Objetivos, metas, ações e estimativa de custos 201

3.4. Detalhamento de programas, projetos e ações 212

3.4.1. Programa "Caça Esgoto" 212

3.4.2. Localidades rurais 212

3.4.2.1. Sistema de esgotamento sanitário coletivo 213

3.4.2.2. Sistema de esgotamento sanitário individualizado 214

3.4.3. Programa de Esgotamento Sanitário Rural (PESR) 214

3.5. Ações para emergências e contingências 215

3.5.1. Operacionais 215

3.5.2. Gestão e gerenciamento 217

3.5.3. Imprevisíveis 217

4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais 218

4.1. Diagnóstico 218

4.1.1. Considerações preliminares 218

4.1.2. Infraestrutura atual do sistema 220

4.1.2.1.1. Sede Municipal de Resplendor 220

4.1.2.1.2. Distrito de Bom Pastor 221

4.1.2.1.3. Distrito Calixto 222

4.1.2.1.4. Distrito Campo Alegre de Minas 223

4.1.2.1.5. Distrito Independência 224

4.1.2.1.6. Distrito de Nicolândia 225

4.1.2.2. Infraestrutura atual da microdrenagem 226

4.1.2.2.1. Infraestrutura da microdrenagem na sede municipal 226

4.1.2.2.2. Infraestrutura atual da microdrenagem no distrito Bom Pastor 228

4.1.2.2.3. Infraestrutura atual da microdrenagem do distrito de Calixto 229

4.1.2.2.4. Infraestrutura atual da microdrenagem do distrito Campo Alegre de Minas 232

4.1.2.2.5. Infraestrutura atual da microdrenagem do distrito Independência 233

4.1.2.2.6. Infraestrutura atual da microdrenagem do distrito de Nicolândia 234

4.1.2.2.7. Aspectos técnicos legais e estruturais para idealização do sistema de microdrenagem 236

4.1.2.2.8. Manutenção da microdrenagem 238

4.1.2.3. Infraestrutura atual da macrodrenagem 239

4.1.2.4. Manutenção da macrodrenagem 258

4.1.2.5. Croqui dos fluxos de drenagem e dos principais pontos de lançamento da macrodrenagem 259

4.1.3. Separação entre os sistemas de drenagem e de esgotamento sanitário 263

4.1.4. Ocupação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) 268

4.1.5. Análise dos processos erosivos e sedimentológicos 269

4.1.5.1. Erosões 270

4.1.5.2. Assoreamento 274

4.1.6. Simulações hidrológicas e hidráulicas e mapeamento de inundações 276

4.1.6.1. Mapeamento e histórico das inundações 284

4.1.7. Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores 287

4.1.7.1. Grau de Impermeabilidade do solo 287

4.1.7.2. Nível de áreas verdes urbanas 288

4.1.7.2.1. Proporção de área impermeabilizada 288

4.1.7.3. Gestão da drenagem urbana 289

4.1.7.3.1. Cadastro da rede existente 289

4.1.7.4. Gestão de eventos hidrológicos extremos 290

4.1.7.4.1. Incidência de alagamentos no município 290

4.1.7.4.2. Pontos inundados na área urbana 290

4.1.7.4.3. Domicílios atingidos 290

4.1.7.5. Estações de monitoramento 290

4.1.7.6. Salubridade ambiental 291

4.1.7.6.1. Incidência de doenças de veiculação hídrica 291

4.2. Projeções e estimativas da ocupação urbana e seus impactos 292

4.2.1. Medidas de controle de erosão e assoreamento 299

4.2.2. Medidas para a redução da disposição de resíduos sólidos nos corpos d'água 302

4.2.3. Diretrizes para o controle do escoamento superficial 304

4.2.4. Diretrizes para o tratamento dos fundos de vale 306
4.3. Objetivos, metas, ações e estimativa de custos 307
4.4. Detalhamento das ações 324
4.4.1. Mapear e cadastrar toda a rede de drenagem urbana 324
4.4.2. Programa de captação da água da chuva 324
4.4.3. Programa de recuperação de APP e áreas verdes 324
4.4.4. Programa de implementação de caixas secas para controle de erosão e infiltração 325
4.4.5. Ações específicas para a sede 325
4.4.6. Ações específicas para Bom Pastor 326
4.4.7. Ações específicas para Calixto 326
4.4.8. Ações específicas para Campo Alegre de Minas 327
4.4.9. Ações específicas para Independência 327
4.4.10. Ações específicas para Nicolândia 327
4.4.11. Ações específicas para assentamentos 328
4.4.12. Plano de Manutenção 328
4.4.12.1. Procedimentos e rotinas 329
4.5. Ações para emergências e contingências 332
5. Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos 334
5.1. Diagnóstico 334
5.1.1. Análise crítica dos planos e programas existentes 334
5.1.2. Descrição e análise do sistema 340
5.1.2.1. Resíduos sólidos urbanos 343
5.1.2.1.1. Resíduos domiciliares e comerciais 343
5.1.2.1.2. Resíduos de limpeza urbana 347

5.1.2.2. Resíduos de responsabilidade do gerador 348
5.1.2.2.1. Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico..... 349
5.1.2.2.2. Resíduos sólidos industriais..... 349
5.1.2.2.3. Resíduos dos serviços de saúde 350
5.1.2.2.4. Resíduos sólidos da construção civil..... 350
5.1.2.2.5. Resíduos agrossilvopastoris 351
5.1.2.2.6. Resíduos de serviços de transportes 351
5.1.2.2.7. Resíduos de mineração. 351
5.1.2.3. Resíduos passíveis de logística reversa..... 351
5.1.3. Identificação dos passivos ambientais..... 352
5.1.4. Geração de resíduos 352
5.1.4.1. Resíduos sólidos urbanos 352
5.1.4.2. Resíduos sólidos industriais 355
5.1.4.3. Resíduos sólidos dos serviços de saúde..... 355
5.1.4.4. Resíduos sólidos da construção civil 355
5.1.4.5. Resíduos de mineração..... 355
5.1.4.6. Resíduos especiais passíveis de logística reversa 356
5.1.5. Soluções consorciadas..... 356
5.1.6. Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores.... 356
5.2. Projeções e estimativas de demandas do sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos..... 359
5.2.1. Resíduos sólidos domiciliares 359
5.2.1.1. Resíduos recicláveis..... 360
5.2.1.2. Resíduos orgânicos..... 361
5.2.1.3. Rejeitos 363
5.2.2. Limpeza de logradouro..... 364

5.3. Identificação de áreas favoráveis à disposição final ambientalmente adequada de rejeitos 365

5.3.1. Dimensionamento da área necessária para instalação de um aterro sanitário em Resplendor 369

5.4. Análise preliminar de viabilidade de implantação de usina de reciclagem de resíduo de demolição da construção civil 373

5.4.1. Critérios para escolha da área para projeto e implantação de aterro de resíduos da construção civil e de resíduos inertes 376

5.5. Objetivos, metas, ações e estimativa de custos 379

5.6. Detalhamento de ações 399

5.6.1. Mecanismos para criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos 399

5.6.2. Programa de inclusão de catadores organizados na coleta seletiva municipal 402

5.6.2.1. Como implantar coleta seletiva com participação dos catadores de materiais recicláveis nos municípios 403

5.6.2.2. Etapas e metodologia para sua implantação 405

5.6.2.2.1. Projeto de Coleta e Triagem de Materiais Recicláveis 407

5.6.2.2.2. Projeto de inclusão dos Catadores 409

5.6.2.2.3. Projeto de Mobilização Social e Educação Ambiental 410

5.6.2.2.4. Estrutura física e gerencial necessária para a implantação 411

5.6.2.3. Considerações finais do programa 412

5.6.3. Programas e ações de capacitação técnica 412

5.6.4. Ações preventivas e corretivas a serem aplicadas, incluindo programa de monitoramento 414

5.6.4.1. Plano de Monitoramento 417

5.6.5. Programa de educação ambiental em resíduos sólidos 418

5.7. Ações para emergências e contingências 418

5.7.1. Operacional 419

5.7.2. Gestão e gerenciamento 420

5.7.3. Imprevisíveis 420

6. Audiência Pública 421

7. Minuta de Projeto de Lei 424

8. Considerações finais do PMSB 424

9. Bibliografia 427

10. Anexos 441

Lista de Figuras

Figura 1 - Balsa de captação de água 50

Figura 2 - Estação Elevatória de água bruta 50

Figura 3 - Estação de Tratamento de Água 51

Figura 4 - Reservatório de água tratada de Resplendor 52

Figura 5 - Captação de água de Campo Alegre de Minas 53

Figura 6 - Estação de Tratamento de Água de Campo Alegre de Minas 54

Figura 7 - Reservatório de água tratada de Independência 54

Figura 8 - Captação de água de Independência 55

Figura 9 - Estação de Tratamento de Água de Independência 56

Figura 10 - Reservatório de água tratada de Independência 56

Figura 11 - Estação Elevatória de água tratada de Independência 57

Figura 12 - Amostra de água da saída da torneira de duas residências do distrito 57

Figura 13 - Desarenador da captação de Nicolândia 58

Figura 14 - Estação de Tratamento de Água de Nicolândia 58

Figura 15 - Filtros da ETA de Nicolândia 59

Figura 16 - Reservatório da ETA de Nicolândia 59

Figura 17 - Casa de bombas em Horácio 60

Figura 18 - Reservatório de água de Horácio 60

Figura 19 - Imagem de Satélite de Horácio com a localização dos equipamentos do sistema de abastecimento 61

Figura 20 - Captação superficial de Calixto próxima à rua Sebastião Pimenta 62

Figura 21 - Reservatório de água 01 – água que vem da captação superficial próxima ao córrego Bananalzinho 62

Figura 22 - Captação superficial de Calixto próxima ao córrego Bananalzinho 63

Figura 23 - Reservatório de água 02 – água que vem da captação superficial próxima ao córrego Bananalzinho 63

Figura 24 - Captação subterrânea de água de Calixto 64

Figura 25 - Reservatório de água 03 – água que vem do poço 64

Figura 26 - Captação de água de Independência 65

Figura 27 - Imagem de satélite de Calixto com a localização dos equipamentos do SAA 66

Figura 28 - Captação subterrânea de Bom Pastor 67

Figura 29 - Reservatórios de Bom Pastor 67

Figura 30 - Imagem de satélite de Bom Pastor com a localização dos equipamentos do SAA 68

Figura 31 - Localização do antigo ponto de captação e o novo ponto proposto para a sede 96

Figura 32 - Localização do novo ponto proposto para Bom Pastor 100

Figura 33 - Visão panorâmica do local proposto para Bom Pastor 100

Figura 34 - Localização do novo ponto proposto para Calixto 103
Figura 35 - Visão panorâmica do local proposto para Calixto 103
Figura 36 - Localização do novo ponto proposto para Campo Alegre de Minas 107
Figura 37 - Visão panorâmica do local proposto para Campo Alegre de Minas 108
Figura 38 - Localização do novo ponto proposto para Independência 113
Figura 39 - Visão panorâmica do local proposto para Independência 113
Figura 40 - Localização do novo ponto proposto para Nicolândia 117
Figura 41 - Visão panorâmica do local proposto para Nicolândia 118
Figura 42 - Esquema geral de filtragem de água de uma nascente 120
Figura 43 - Esquema do sistema de cloração desenvolvido pela Embrapa 121
Figura 44 - ETE margem direita 147
Figura 45 - ETE margem esquerda 147
Figura 46 - Lançamentos individuais em Calixto 148
Figura 47 - Local do principal lançamento de esgotos do Independência 149
Figura 48 - ETE inacabada e inoperante de Independência 150
Figura 49 - Lançamento de esgoto em Nicolândia 150
Figura 50 - Córrego Calixto 151
Figura 51 - Córrego Santa Cruz 152
Figura 52 - Córrego Campo Alegre 152
Figura 53 - Fundos de Vale identificados para Nicolândia 153
Figura 54 - Fundos de Vale identificados para Independência 154
Figura 55 - Fundo de Vale identificado para Localidade de Horácio 155
Figura 56 - Fundo de Vale identificado para Campo Alegre 156
Figura 57 - Fundos de Vale identificados para Calixto 157
Figura 58 - Fundo de Vale identificado para Bom Pastor 158

Figura 59 - Módulo Sanitário 197

Figura 60 - Ilustração esquemática da Fossa Biodigestora desenvolvida pela Embrapa e fotos reais da instalação e projeto finalizado 198

Figura 61 - Ilustração esquemática do Jardim Filtrante desenvolvido pela Embrapa e fotos reais da instalação e projeto finalizado 199

Figura 62 - Ilustração esquemática do Projeto Final 200

Figura 63 - Vista panorâmica da sede municipal de Resplendor 221

Figura 64 - Vista panorâmica do distrito de Bom Pastor 222

Figura 65 - Distrito de Calixto 223

Figura 66 - Distrito de Campo Alegre de Minas 224

Figura 67 - Distrito de Independência 225

Figura 68 - Distrito de Nicolândia 226

Figura 69 - Cotas de nível na sede em Resplendor 227

Figura 70 - Aspectos das bocas de lobo 228

Figura 71 - Aspectos das vias sem microdrenagem. 229

Figura 72 - Vias com drenagem insuficiente 230

Figura 73 - Boca de lobo alocada em pontos não ideais (destaque) 231

Figura 74 - Bocas de lobo sem padrão e de difícil manuntenção 232

Figura 75 - Aspectos das vias de Campo Alegre 233

Figura 76 - Aspectos das vias no distrito de Independência 234

Figura 77 - Aspectos das vias e da rede de drenagem de Nicolândia 235

Figura 78 - Rede coletora 236

Figura 79 - Configurações de boca de lobo 237

Figura 80 - Vista do reservatório 240

Figura 81 - Cota do reservatório no lançamento da macrodrenagem (detalhe) 241

Figura 82 - Tanques de amortecimento na sede de Resplendor. 242
Figura 83 - Características dos tanques de amortecimento 243
Figura 84 - Hidrografia do córrego do Salgado. 243
Figura 85 - Vista do dique de contenção do córrego do Salgado 244
Figura 86 - Hidrografia do distrito Bom Pastor. 245
Figura 87 - Histórico de inundação em Bom Pastor (marcas d'água e aparato com objetivo de impedir a entrada d'água) 245
Figura 88 - Pontes amostradas no perímetro urbano do distrito Bom Pastor. 246
Figura 89 - Ponte sobre o córrego assoreado (Ponte 1) 246
Figura 90 - Ponte amostra sobre ribeirão Resplendor (Ponte 2) 247
Figura 91 - Ponte amostrada sobre o ribeirão Resplendor (Ponte 3) 247
Figura 92 - Hidrografia do distrito Calixto 248
Figura 93 - Descaracterização da calha do corpo hídrico e ocupações das zonas ciliares 249
Figura 94 - Pontes amostradas 250
Figura 95 - Vista parcial da ponte. 250
Figura 96 - Segunda ponte amostrada 251
Figura 97 - Vista da ponte e marca d'água encontrada (ponte em primeiro plano e casa com marcas d'água em segundo plano). 251
Figura 98 - Hidrografia do distrito Campo Alegre de Minas 252
Figura 99 - Hidrografia do distrito de Independência 253
Figura 100 - Registros de inundação no distrito de Independência 253
Figura 101 - Hidrografia do distrito de Nicolândia 254
Figura 102 - Encontro dos córregos Santa Cruz e Resplendorzinho (afluente a esquerda) 255
Figura 103 - Registro de inundações em Nicolândia 255

Figura 104 - Pontes amostradas em Nicolândia.....256
Figura 105 - Primeira ponte amostrada em Nicolândia e Córrego Sta Cruz.....256
Figura 106 - Segunda ponte amostrada em Nicolândia 257
Figura 107 - Terceira ponte amostrada em Nicolândia.....257
Figura 108 - Manutenção preventiva no dique do córrego do Salgado 258
Figura 109 - Croqui dos fluxo da drenagem da sede municipal de Resplendor 260
Figura 110 - Croqui do fluxo da drenagem de Bom Pastor 261
Figura 111 - Croqui do fluxo da drenagem de Calixto 261
Figura 112 - Croqui do fluxo da drenagem de Campo Alegre 262
Figura 113 - Croqui do fluxo da drenagem de Independência.....262
Figura 114 - Croqui do fluxo da drenagem de Nicolândia 263
Figura 115 - Lançamento de esgoto.....264
Figura 116 - Lançamento de esgoto no rio Doce.....265
Figura 117 - Lançamento de esgoto no córrego do Salgado.....265
Figura 118 - Aspectos de corpo hídrico com lançamento de esgoto – Bom Pastor 266
Figura 119 - Lançamento de esgoto domiciliar em corpos hídricos em Calixto (detalhe dos lançamentos) 266
Figura 120 - Lançamento de esgoto diretamente em corpos hídricos.....267
Figura 121 - Esgoto *in natura* lançado no corpo hídrico – Nicolândia. 267
Figura 122 - Pontos de deslizamento e locais com erosão em processo.....271
Figura 123 - Erosões na sede do município de Resplendor.....271
Figura 124 - Geografia do distrito de Campo Alegre de Minas.....272
Figura 125 - Local de erosão (voçoroca).....273
Figura 126 - Erosão e voçoroca em Bom Pastor.....273
Figura 127 - Erosão e fluxo dos sedimentos 274

Figura 128 - Assoreamento nos corpos hídricos 275
Figura 129 - Destaque para pontos exutórios de cada bacia amostrada 280
Figura 130 - Destaque para pontos exutório de cada bacia amostrada 281
Figura 131 - Histórico de enxurradas e inundações - Sede 284
Figura 132 - Histórico de inundação – Bom Pastor 285
Figura 133 - Histórico de Inundação - Calixto 285
Figura 134 - Histórico de inundações - Campo Alegre de Minas 286
Figura 135 - Histórico de inundação - Independência 286
Figura 136 - Histórico de inundação - Nicolândia 287
Figura 137 - Áreas verdes e impermeáveis no perímetro urbano de Resplendor 289
Figura 138 - Aumento do pico em função da proporção de área 293
Figura 139 - Caminhão basculante da coleta regular 344
Figura 140 - Licença ambiental de funcionamento do ACIR 346
Figura 141 - Placa de identificação do Aterro Sanitário de Resplendor 346
Figura 142 - Área de pesagem dos caminhões de coleta 347
Figura 143 - Área de aterramento de resíduos sólidos do aterro sanitário de Resplendor 347
Figura 144 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos do município de Resplendor 353
Figura 145 - Critérios a serem adotados para escolha da localização da área 368
Figura 146 - Áreas sugeridas para instalação do aterro sanitário (com APPs) 371
Figura 147 - Áreas sugeridas para instalação do aterro sanitário (sem APPs) 372
Figura 148 - Estrutura geral de um ecoponto 415
Figura 149 - Página 1 da lista de presença da Audiência Pública do PMSB de Resplendor 422

Figura 150 - Página 2 da lista de presença da Audiência Pública do PMSB de Resplendor 423

Figura 151 - Relatório fotográfico da Audiência Pública do PMSB de Resplendor..... 424

Lista de Quadros

Quadro 1 - Objetivos e metas do Sistema Geral 35

Quadro 2 - Orçamento e plano de execução das ações do Sistema de Saneamento Básico Municipal 38

Quadro 3 - Resumo do tratamento de água 51

Quadro 4 - Resultados das análises do distrito de Calixto para o período de 11/2014 a 07/2015..... 65

Quadro 5 - Tarifas aplicáveis aos usuários pela COPASA 74

Quadro 6 - Informações e indicadores financeiros 74

Quadro 7 - Projeção da demanda futura para a sede no cenário normativo 79

Quadro 8 - Projeção da demanda futura para Bom Pastor no cenário normativo 80

Quadro 9 - Projeção da demanda futura para Calixto no cenário normativo 81

Quadro 10 - Projeção da demanda futura para Campo Alegre de Minas no cenário normativo..... 82

Quadro 11 - Projeção da demanda futura para Independência no cenário normativo..... 83

Quadro 12 - Projeção da demanda futura para Nicolândia no cenário normativo 84

Quadro 13 - Balanço da oferta e demanda do SAA para a sede no cenário normativo..... 85

Quadro 14 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Campo Alegre de Minas no cenário normativo 86

Quadro 15 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Independência no cenário normativo 87

Quadro 16 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Nicolândia no cenário normativo 88

Quadro 17 - Disponibilidade hídrica dos aquíferos na sub-bacia de Manhuaçu 89

Quadro 18 - Disponibilidade hídrica dos aquíferos em Resplendor 89

Quadro 19 - Disponibilidade hídrica dos mananciais subterrâneos nos distritos 89

Quadro 20 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Bom Pastor no cenário normativo 90

Quadro 21 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Calixto no cenário normativo 91

Quadro 22 - Vazão no manancial utilizado para o abastecimento público da sede 92

Quadro 23 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura da sede 92

Quadro 24 - Significado para cada classe referente a diferentes indicadores (*) 94

Quadro 25 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para a sede 97

Quadro 26 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para a sede e a demanda futura 97

Quadro 27 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para Bom Pastor 101

Quadro 28 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para Bom Pastor e a demanda futura 101

Quadro 29 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para Calixto 104

Quadro 30 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para Calixto e a demanda futura 104

Quadro 31 - Vazão no manancial utilizado para o abastecimento público de Campo Alegre de Minas 105

Quadro 32 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura de Campo Alegre de Minas 106

Quadro 33 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para Campo Alegre de Minas..... 108

Quadro 34 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para Campo Alegre de Minas e a demanda futura 109

Quadro 35 - Vazão no manancial utilizado para o abastecimento público de Independência 110

Quadro 36 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura de Independência 110

Quadro 37 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para Independência 114

Quadro 38 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para Independência e a demanda futura 114

Quadro 39 - Vazão no manancial utilizado para o abastecimento público de Nicolândia..... 115

Quadro 40 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura de Nicolândia..... 115

Quadro 41 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para Nicolândia..... 118

Quadro 42 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para Nicolândia e a demanda futura..... 118

Quadro 43 - Objetivos e metas do Sistema de Abastecimento de Água 123

Quadro 44 - Orçamento e plano de execução das ações do Sistema de Abastecimento de Água 126

Quadro 45 - Informações e indicadores financeiros 146

Quadro 46 - Evolução da vazão de esgoto doméstico da sede..... 162

Quadro 47 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Bom Pastor..... 163

Quadro 48 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Calixto 164
Quadro 49 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Campo Alegre de Minas 165
Quadro 50 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Independência 166
Quadro 51 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Nicolândia 167
Quadro 52 - Evolução da contribuição de infiltração na sede 169
Quadro 53 - Evolução da contribuição de infiltração em Bom Pastor 170
Quadro 54 - Evolução da contribuição de infiltração em Calixto 171
Quadro 55 - Evolução da contribuição de infiltração em Campo Alegre de Minas 172
Quadro 56 - Evolução da contribuição de infiltração em Independência 173
Quadro 57 - Evolução da contribuição de infiltração em Nicolândia 174
Quadro 58 - Evolução da vazão sanitária da sede 175
Quadro 59 - Evolução da vazão sanitária de Bom Pastor 176
Quadro 60 - Evolução da vazão sanitária de Calixto 177
Quadro 61 - Evolução da vazão sanitária de Campo Alegre de Minas 178
Quadro 62 - Evolução da vazão sanitária de Independência 179
Quadro 63 - Evolução da vazão sanitária de Nicolândia 180
Quadro 64 - Evolução da Carga Orgânica e DBO da sede 182
Quadro 65 - Evolução da Carga Orgânica e DBO de Bom Pastor 183
Quadro 66 - Evolução da Carga Orgânica e DBO de Calixto 184
Quadro 67 - Evolução da Carga Orgânica e DBO de Campo Alegre de Minas 185
Quadro 68 - Evolução da Carga Orgânica e DBO de Independência 186
Quadro 69 - Evolução da Carga Orgânica e DBO de Nicolândia 187
Quadro 70 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais (termotolerantes) da sede 189

Quadro 71 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais (termotolerantes) de Bom Pastor 190

Quadro 72 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais (termotolerantes) de Calixto 191

Quadro 73 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais (termotolerantes) de Campo Alegre de Minas 192

Quadro 74 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais (termotolerantes) de Independência 193

Quadro 75 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais (termotolerantes) de Nicolândia 194

Quadro 76 - Objetivos e metas do Setor de Esgotamento Sanitário 202

Quadro 77 - Orçamento e plano de execução das ações do Sistema de Esgotamento Sanitário 204

Quadro 78 - Causas e efeitos associados à urbanização de bacias de drenagem 219

Quadro 79 - Medidas para prevenção, controle, mitigação e/ou recuperação que podem ser usadas para áreas degradadas por processos erosivos. 301

Quadro 80 - Esquema das diferentes técnicas compensatórias estruturais 304

Quadro 81 - Objetivos e metas do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais 308

Quadro 82 - Orçamento e plano de execução das ações do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais 311

Quadro 83 - Procedimentos de inspeção para as estruturas do sistema de drenagem 330

Quadro 84 - Procedimentos de limpeza para as estruturas do sistema de drenagem 331

Quadro 85 - Procedimentos de manutenção para as estruturas do sistema de drenagem 331

Quadro 86 - Indicadores do serviço de manejo de resíduos sólidos para o município 357

Quadro 87 - Indicadores do serviço de manejo de resíduos sólidos de Resplendor nos anos de 2012 e 2014 358

Quadro 88 - Projeção da geração de resíduos. 359

Quadro 89 - Estimativa da geração dos resíduos sólidos urbanos gerados a 360

Quadro 90 - Metas para redução de resíduos secos recicláveis enviados à disposição final 361

Quadro 91 - Metas para redução de resíduos orgânicos enviados à disposição final 362

Quadro 92 - Cenário projetado para os rejeitos enviados à disposição final 363

Quadro 93 - Área necessária para aterro 369

Quadro 94 - Projeção de geração de RCD de Resplendor 374

Quadro 95 - Objetivos e metas do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos 380

Quadro 96 - Orçamento e plano de execução das ações do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos 384

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Dados do UHE Aimorés 240

Tabela 2 - Porcentagem de estabelecimentos com fontes de água e conservação da área de preservação permanente correspondente. 269

Tabela 3 - Características das sub-bacias analisadas 278

Tabela 4 - Simulação hidrológica dos pontos estudados. 279

Tabela 5 - Estudo hidráulico do canal nos pontos estudados. 282

Tabela 6 - Resultado da verificação hidráulica dos pontos críticos de drenagem urbana de Resplendor 283

Tabela 7 - Índices de áreas verdes e áreas permeáveis para o município de Resplendor 289

Tabela 8 - Sistema de Informações Hidrológicas - estações localizadas no município de Resplendor 291

Tabela 9 - Morbidade hospitalar por local de residência - Doenças relacionadas à falta de drenagem adequada. 292

Tabela 10 - Impermeabilização das bacias com históricos de inundação 294

Tabela 11 - Projeção de crescimento populacional urbano 295

Tabela 12 - Projeção da impermeabilização decorrente da ocupação urbana até 2036 a partir do cenário atual (sem ordenamento) 296

Tabela 13 - Projeção da impermeabilização decorrente da ocupação urbana até 2036 a partir do cenário 1 297

Tabela 14 - Indústrias cadastradas em Resplendor 349

Tabela 15 - Estimativa da geração de resíduos sólidos em Resplendor 353

Tabela 16 - Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil em 2008 354

Tabela 17 - Quantidades parciais estimadas dos resíduos gerados em Resplendor .. 355

Tabela 18 - Ações de monitoramento 417

Anexos

Anexo 1 - Relatórios de qualidade das águas fornecidas pela COPASA 442

Anexo 2 - Croquis dos sistemas de água da COPASA 443

Anexo 3 - Croqui do sistema esgotamento sanitário da COPASA 444

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 $1m^2$.

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 $1m^2$.

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 Resplendor 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 instituídos 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 MANHUAÇU - 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 Resplendor
- 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.

São objetivos específicos do PMSB assegurar uma gestão racional da demanda por saneamento básico em todo território municipal (urbano e rural) e garantir a sustentabilidade econômico-financeira do setor, inclusive mediante a remuneração pela cobrança dos serviços.

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

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

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

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 um e, ao mesmo tempo, dos quatro componentes do saneamento básico municipal, visando sua gestão integrada.

Os objetivos e metas propostos para o município de Resplendor, gestor principal do sistema de saneamento básico, com base no diagnóstico técnico-participativo e no cenário normativo estabelecido, são descritos a seguir.

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 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 1 são apresentadas as metas para cada objetivo proposto, de forma sistematizada, além dos prazos para que cada meta seja atingida.

Quadro 1 - 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.).	Curto
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 2 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$ 1.809.000,00** (um milhão, oitocentos e nove mil reais).

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

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

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

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

Assim, o código “(s/o/m/a)” apresentado na primeira coluna do quadro representa o **s**etor, o **o**bjetivo e a **m**eta em que aquela determinada **a**ção está inserida.

Quadro 2 - Orçamento e plano de execução das ações do Sistema de Saneamento Básico Municipal

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
0.1.1.01	**Ação 1:** Implementar, através de lei, um setor oficial que se responsabilize pela gestão integrada dos quatro eixos do saneamento básico como, por exemplo, uma Secretaria ou Departamento de Saneamento Básico.	X				*	
0.1.1.02	**Ação 2:** Viabilizar a infraestrutura física, os equipamentos e os recursos humanos mínimos necessários para dar operacionalidade ao novo setor criado.	X	X			120.000,00	***C= valor homem-hora (técnico)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação: 210 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*** *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	40.000,00	***C=número de eventos x custos das conveniências*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R$ 27,00/pessoa N° eventos/ano:2 Média de público: 40 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

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
0.2.1.07	**Ação 7:** Considerar outras possibilidades institucionais que sejam jurídica e legalmente competentes para cumprir a função de agência reguladora (Conselhos, Consórcios, etc.).	X				5.000,00	***C= valor homem-hora (consultor interno)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 616,34 Quantidade mínima de horas de dedicação: 8 horas
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				130.000,00	***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: 600 horas/ano

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
0.3.1.13	**Ação 13:** Criar mecanismo legal que exija que cada um dos setores do saneamento básico entregue ao órgão gestor central do saneamento municipal, relatórios periódicos contendo, minimamente, os indicadores de eficácia e eficiência operacional e gerencial indicados no PMSB.	X				*	
0.3.1.14	**Ação 14:** Atualizar a legislação municipal com o estabelecimento de diretrizes para novos empreendimentos imobiliários de forma a planejar melhor a expansão dos sistemas do saneamento básico do município.	X				*	
0.3.1.15	**Ação 15:** Instituir e manter um procedimento sistemático voltado ao uso do sistema municipal de informações em saneamento (SMIS) e usar as conclusões nos processos de tomadas de decisão e na alimentação do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).		X	X	X	*	
0.3.1.16	**Ação 16:** Elaborar estudos para analisar necessidade e viabilidade de instituir cobranças de taxas e/ou tarifas para a prestação de serviços de saneamento básico, com valores passíveis de promover a sustentabilidade financeira dos setores.		X			50.000,00	***C= valor homem-hora (analista econômico-sênior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 227,44 Quantidade mínima de horas de dedicação: 220 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 (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 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	288.000,00	***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

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
0.4.1.24	**Ação 24:** Criar e manter mecanismos de controle das datas de validade das licenças e outorgas.		X	X	X	*	
0.4.2.25	**Ação 25:** Nomear um fiscal com atribuições específicas para colaborar na regularização ambiental dos quatro setores de saneamento básico municipal e manter procedimentos de fiscalização ao longo do horizonte do PMSB.			X	X	490.000,00	***C= valor homem-hora (técnico)* x horas trabalhadas x n° de profissionais necessários*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 71,98 N° mínimo de horas trabalhadas: 620 horas/ano
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			280.000,00	***C=homem-hora (analista de suporte técnico sênior)* x horas trabalhadas + homem-hora (administrador de banco de dados)** x horas trabalhadas + homem-hora (secretária plena nível superior)***x horas trabalhadas*** Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R$ 150,79; ** 174,61 ; ***R$ 80,87 Quantidade mínima de horas de dedicação: *140 horas/ano; **130 horas/ano; ***160 horas/ano
0.5.2.28	**Ação 28:** Realizar eventos públicos (como audiências) periodicamente, com o intuito de informar a população sobre a situação dos sistemas de saneamento básico do município e receber sugestões/reclamações.		X	X	X	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: 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	150.000,00	***C=SM*x n° entrevistadoresx17anos*** *SM: valor do salário mínimo nacional vigente pago uma vez ao ano N° de entrevistadores: 11 pessoas

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 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*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 35 horas/ano
	(s/o/m/a) = nº do setor / nº do objetivo / nº da meta / nº da ação.					**R$ 1.809.000,00**	

*:Dependente de outras ações que possuem custos próprios estimados

1.2. Detalhamento de programas, projetos e ações

No município de Resplendor, a sede é atendida pela COPASA com os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Já os distritos de Campo Alegre de Minas, Nicolândia, Independência e Calixto são atendidos pela COPASA somente com sistemas de abastecimento de água. O abastecimento de água do distrito de Bom Pastor e o esgotamento sanitário de todos os distritos estão sob a responsabilidade da Prefeitura Municipal.

Os serviços relacionados à drenagem e manejo de águas de chuva são prestados pela Secretaria de Obras e parte pela Usina Hidrelétrica de Aimorés. Nota-se que a gestão dos serviços está falha, com falta de estrutura e recursos para atender às demandas com eficácia e eficiência.

Os serviços de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana estão atrelados à Secretaria de Meio Ambiente.

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 elencadas algumas das principais atribuições da gestão integrada do saneamento básico:

- ✓ Formular, coordenar, executar e fazer executar, a política municipal de saneamento básico, uso racional, fiscalização e controle dos serviços de saneamento básico.
- ✓ Executar atividades administrativas no âmbito do Saneamento Básico Municipal.
- ✓ Efetuar o planejamento das atividades anuais e plurianuais, no âmbito da Secretaria.
- ✓ Manter, conservar e fiscalizar áreas de interesse dos serviços de saneamento básico.
- ✓ Elaborar e desenvolver projetos necessários aos sistemas do saneamento básico municipal para captação de recursos junto a órgãos estaduais, federais e internacionais.
- ✓ Desenvolver ações integradas com outras Secretarias Municipais.
- ✓ Exercer o controle orçamentário no âmbito do Saneamento Básico Municipal.
- ✓ Manter mecanismos que atuem no controle do cumprimento de leis federais, estaduais e municipais relativas ao saneamento básico e meio ambiente.
- ✓ Zelar pelo patrimônio alocado na unidade, comunicando o órgão responsável sobre eventuais alterações.
- ✓ Intermediar convênios, acordos, ajustes, termos de cooperação técnica e/ou financeira ou instrumentos congêneres, com entidades privadas sem fins lucrativos e órgãos da administração direta e indireta da União, Estados e outros municípios.

- ✓ Estabelecer a cooperação técnica e científica com instituições nacionais e internacionais de defesa e proteção do meio ambiente.
- ✓ Realizar atividades de regularização e licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto local, ou seja, aqueles que se circunscrevam aos limites do território municipal, e outras que lhes forem delegadas pelo Estado, através de instrumentos legais e convênios, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis.
- ✓ Discutir com as instâncias envolvidas e, com base nessas discussões, definir as formas de gestão para cada um dos eixos de saneamento básico.

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

Regulação

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

No município de Resplendor, os serviços prestados pela COPASA são regulados pela ARSAE-MG, todavia os demais serviços de saneamento básico não são controlados por agência reguladora. Conforme o Instituto Trata Brasil, a estruturação das agências reguladoras é fundamental, pois são elas que verificam o cumprimento dos PMSBs por parte dos prestadores de serviços.

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

- Contratar uma agência reguladora estabelecida, ex.: ARSAE-MG.
- Criar uma agência reguladora municipal.
- Buscar ação consorciada para criação de agência reguladora intermunicipal com os municípios vizinhos. Ex.: Itueta, Santa Rita do Itueto e Aimorés.
- Associar-se a uma agência reguladora intermunicipal já existente.

Controle Social

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

Com o conhecimento acumulado com a 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 o usuário e os 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).

Esse serviço 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 criar procedimentos e formulários para registrar os problemas e para conduzi-los rumo às soluções, disponibilizar instalações e equipamentos, assim como realizar o treinamento dos envolvidos e a manutenção periódica dos equipamentos.

2. Sistema de Abastecimento de Água (SAA)

2.1. Diagnóstico

2.1.1. Análise crítica dos planos já existentes

Em 2010 foi instituído pela Lei 867/10, o Plano Municipal de Saneamento Básico de Resplendor, sendo que este foi elaborado em conjunto composto por representantes das Secretarias de Educação e Planejamento e de Saúde e do Departamento de Obras, com o auxílio de técnicos da COPASA.

Este Plano de Saneamento instituído em 2010 é deficitário, já que abrange apenas a sede e os distritos e somente os eixos de saneamento assumidos pela COPASA, ou seja, o Sistema de Abastecimento de Água (SAA) da sede e dos distritos de Calixto, Campo Alegre de Minas, Independência e Nicolândia e do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) da sede municipal. Além disso, o documento trata dos assuntos de maneira bastante superficial, haja vista que se utiliza de onze páginas, no total, para abordar os itens:

1. Introdução;
2. Diagnóstico da situação;
3. Impactos sobre o estado de saúde da população;
4. Objetivos e metas;
5. Programas, projetos e ações;
6. Mecanismos de avaliação sistemática;
7. Interações relevantes com outros instrumentos;
8. Revisões.

Sendo assim, o PMSB da Lei 867/10 não está em conformidade com a Lei nº 11.445/07, uma vez que não abrange os quatro eixos do saneamento básico; não contempla o município todo (a sede, todos os distritos e a área rural); não apresentou mecanismos de participação da sociedade, nem tampouco apresentou um planejamento estratégico nos moldes preconizados na Lei e menos ainda, propostas visando a regulação da prestação dos serviços nos setores abordados. Todavia, alguns dados e informações apresentados por este Plano puderam ser considerados no

diagnóstico deste novo PMSB e outros o serão nos produtos a serem elaborados posteriormente.

2.1.2. Caracterização da cobertura e qualidade dos serviços

Na sede de Resplendor, a COPASA atende a 100% da população urbana, sendo que cada pessoa consumiu em média 160,5 L/hab.dia no ano de 2013. Em linhas gerais, não há muitas interrupções, mas ocorrem eventos intermitentes de interrupção em algumas ligações do bairro Eucalipto, mesmo assim o atendimento é satisfatório no quesito frequência do fornecimento.

O índice de atendimento nos distritos é: 96,07% em Nicolândia; 92,17% em Independência, 95,82% em Campo Alegre de Minas e 99% em Calixto, sendo atendidas em regime contínuo, apesar de poucas incidências de vazamentos e interrupções (PMSB, 2010).

Nos locais em que há ETA e existem análises, 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 avaliar os parâmetros de qualidade de água. Algumas dessas análises são realizadas de duas em duas horas diariamente, outras, mensalmente. Outras, ainda, são trimestrais e semestrais. Essas últimas são realizadas em laboratórios externos. As análises fora dos padrões são refeitas e, se constatados problemas, há procedimentos padrões a serem realizados no tratamento, como, por exemplo, aumentar a dosagem do coagulante. O Anexo 1 apresenta o relatório anual da qualidade da água da sede e dos distritos dados em concessão à da COPASA.

O sistema da sede tem baixo índice de perdas de água, chegando a 16,05% de perdas físicas (Arsae-MG, 2014), ou seja, quase um sexto 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.

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.

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

2.1.3. Situação atual do sistema

Na sede, o sistema é constituído por uma captação no rio Doce (UTM 24K, 263.330m O, 7.861.264m S) através de uma balsa (Figura 1). A água é aduzida por 294m através de tubulação de F°F° com DN 2x150mm e com auxílio de estação elevatória de dois conjuntos motobomba de 30/60cv (Figura 2) até a Estação de Tratamento de Água (ETA) (UTM 24K, 262.835m O, 7.862.481m S), ilustrada pela Figura 3.

Figura 1 - Balsa de captação de água

Fonte: SHS (2015)

Figura 2 - Estação Elevatória de água bruta

Fonte: SHS (2015)

Figura 3 - Estação de Tratamento de Água

Fonte: SHS (2015)

O tratamento da água é do tipo convencional, contendo as etapas mostradas no Quadro 3.

Quadro 3 - Resumo do tratamento de água

	Coagulação:	É a aplicação de produtos como o Sulfato de Alumínio ou Cloreto Férrico, que têm como função básica agrupar as partículas de sujeira 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 de sujeira, 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 especiais com o objetivo de eliminar qualquer impureza 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 germes nocivos à saúde, garantindo, também, a qualidade da água nas redes de distribuição e nos reservatórios domiciliares.
	Fluoretação:	Com a água já limpa, 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.

Fonte: SHS (2015)

Não há UTR (Unidade de Tratamento dos Resíduos) na ETA, sendo que os resíduos advindos da lavagem dos filtros e limpeza de decantador são dispostos na rede pluvial da estação, o que corresponde a um procedimento que não está em conformidade com a legislação ambiental.

Após o tratamento, a água é armazenada em sete reservatórios que totalizam 1.040m³, sendo que a ETA possui dois reservatórios (Figura 4) para abastecer o centro e a parte baixa (350m³ e 500m³); os bairros Eucalipto, São Vicente e São Sebastião possuem um reservatório de 50m³ cada; no bairro Nossa Senhora de Fátima há um reservatório de 30m³ e no bairro João Ricardo um de 10m³.

Figura 4 - Reservatório de água tratada de Resplendor

Fonte: SHS (2015)

Por fim, a água armazenada é distribuída utilizando 48,83km de rede de distribuição (DN 25mm a DN 150mm) por gravidade no centro e na parte baixa da cidade. Para o bairro São Sebastião e João Ricardo a água é distribuída com o auxílio de Estações Elevatórias e "*boosters*" (equipamento ou sistema desenvolvido para aumentar, por certo período a pressão de sobrealimentação de um motor). Seu uso normal seria para aumentar momentaneamente a pressão acima do projetado para o motor, a fim de ter potência extra para uma arrancada ou retomada para os bairros São Vicente, Nossa Senhora de Fátima e Eucalipto. O Anexo 2 apresenta o croqui do sistema da sede.

No sistema que atende à sede são efetuadas medições da vazão, sendo elas: a macromedição, que seria a água chegando e saindo da ETA, que em 2013 foi medida através de dispositivos de medição de vazão em 98,96% da água produzida; e a micromedição, que seria a contabilização do consumo das residências através dos hidrômetros, sendo que, em 2013 esta medição foi devidamente efetuada.

2.1.3.1. Campo Alegre de Minas

Em Campo Alegre de Minas, o SAA consiste de uma captação no ribeirão Bananal (UTM 24K, 286.353m O, 7.887.286m S) (Figura 5) com outorga de 5L/s. Da captação a água é aduzida por gravidade através de uma tubulação em PVC DN100 por aproximadamente 3km até a ETA (UTM 24K, 286.310m O, 7.887.122m S). Ressalta-se que não há o devido isolamento da área onde há a tubulação e onde é realizado o desvio do ribeirão. Existem fissuras nas tubulações e tanques.

Figura 5 - Captação de água de Campo Alegre de Minas

Fonte: SHS (2015)

A ETA (Figura 6a) desse distrito atende ao método convencional com: um floculador com 29 câmaras (Figura 6b), um decantador (Figura 6c) e quatro filtros de fluxo descendente (Figura 6d). A vazão média produzida é 3,29 L/s, conforme demanda de consumo, funcionando cerca de 07h/dia.

Figura 6 - Estação de Tratamento de Água de Campo Alegre de Minas

a

b

c
d

Fonte: SHS (2015)

Por fim, a água é armazenada em um reservatório de 100m³ (Figura 7) e é distribuída por gravidade através de uma rede de 4,8km a 232 economias com 100% de hidrometração e com qualidade dentro dos padrões exigidos (Anexo 1).

Figura 7 - Reservatório de água tratada de Independência

Fonte: SHS (2015)

Conforme ARSAE (2014), as condições operacionais da rede de distribuição do distrito são consideradas adequadas, quando analisada a boa qualidade da água distribuída e o baixo índice de perdas, que é de 17,32% do total produzido. Todavia a população indicou que falta água por cerca de 5 dias, quando chove. O Anexo 2 apresenta o croqui do sistema do distrito.

2.1.3.2. Independência

No distrito Independência o sistema consiste de uma captação no córrego Visicatório (UTM 24K, 262.160m O, 7.877.498m S) (Figura 8), onde há relatos de acesso de banhistas, faltando, portando, proteção da captação. A água é aduzida por gravidade através de uma tubulação com extensão de 584m em PVC DN 100 até a Estação Elevatória dotada de dois conjuntos motobomba de 5cv. Da EEAB até a ETA tem-se uma adutora com inicialmente 675m de tubo de PVC DN75 que depois é alterada para PVC DN 50 por mais 300m.

Figura 8 - Captação de água de Independência

Fonte: SHS (2015)

A ETA (UTM 24K, 262.872m O, 7.878.156m S) é do tipo convencional, possuindo um floculador com quatro câmaras (Figura 9a), um decantador (Figura 9b), um filtro de fluxo descendente (Figura 9c) e um aerador (Figura 9d). A capacidade é de 1 L/s, mas funciona em média 13h/dia tratando 0,72L/s.

Figura 9 - Estação de Tratamento de Água de Independência

a b

c d

Fonte: SHS (2015)

Não há UTR (Unidade de Tratamento dos Resíduos) na ETA, sendo que os resíduos advindos da lavagem dos filtros e limpeza de decantador são dispostos na rede pluvial da estação, o que descumpre a legislação ambiental vigente.

Depois da ETA a água é aduzida a um reservatório enterrado de 80m³ (Figura 10).através de uma Estação Elevatória de Água tratada (Figura 11).

Figura 10 - Reservatório de água tratada de Independência

Fonte: SHS (2015)

Figura 11 - Estação Elevatória de água tratada de Independência

Fonte: SHS (2015)

Do reservatório a água é distribuída através de 3,11km de rede com tubulação que varia de DN25 a DN50. O Anexo 2 apresenta o croqui do sistema de Independência.

Apesar de a água estar dentro os parâmetros de qualidade (Anexo 1) têm-se relatos e amostras de que a população recebe água turvas (Figura 12). Foi constatado na ETA que a saída de água é de boa qualidade, portanto acredita-se que há problemas com a rede. Para tentar solucionar essa questão, a COPASA irá, a princípio, instalar descargas na rede, todavia, caso não seja eficiente, a próxima medida é aplicação de produto químico para auxiliar a limpeza da rede e por fim, em caso de não solução, deverá empreender a substituição da rede.

Figura 12 - Amostra de água da saída da torneira de duas residências do distrito

Fonte: SHS (2015)

2.1.3.3. Nicolândia

O sistema desse distrito é constituído de uma captação superficial no córrego da Paciência aduzida por gravidade através de uma tubulação de 70m de PVC DN 100 até um desarenador (Figura 13) que depois vai até a ETA (Figura 14) por uma tubulação de 4km de PVC DN 65, também por gravidade.

Figura 13 - Desarenador da captação de Nicolândia

Fonte: SHS (2015)

Figura 14 - Estação de Tratamento de Água de Nicolândia

Fonte: SHS (2015)

A ETA (UTM 24K, 291.226m O, 7.873.929m S) é do tipo pressurizada, contendo dois filtros (Figura 15) que têm capacidade para tratar 5,5 L/s, mas funciona 5h/dia. A água tratada é armazenada no reservatório apoiado presente na ETA, cuja capacidade é de 68m³ (Figura 16).

Figura 15 - Filtros da ETA de Nicolândia

Fonte: SHS (2015)

Figura 16 - Reservatório da ETA de Nicolândia

Fonte: SHS (2015)

Não há UTR (Unidade de Tratamento dos Resíduos) na ETA, sendo que os resíduos advindos da lavagem dos filtros são dispostos na rede pluvial da estação, descumprindo a legislação ambiental. Por fim, a água armazenada é distribuída utilizando cerca de 3km de rede de distribuição (DN 15mm a DN 100mm) por gravidade. Em épocas de chuvas existem reclamações quanto à turbidez da água.

O Anexo 1 apresenta os resultados de análises de qualidade da água distribuída, e o Anexo 2, o croqui do sistema de Nicolândia.

2.1.4. Soluções alternativas empregadas

A população da área urbana da sede e os distritos descritos anteriormente utilizam o sistema da COPASA para se servir com água. Todavia, a população da área rural, seja em agrupamentos urbanizados, 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 cisternas ou nascentes e em sua maioria

sem tratamento algum. Vale ressaltar que a Prefeitura Municipal não opera nenhum desses sistemas da área rural.

2.1.4.1. Horácio

Na estrada da saída da sede para os demais distritos, tem-se uma comunidade, que está crescendo bastante nos últimos anos, denominada Horácio. Seu abastecimento é feito através de uma antiga captação de água superficial (UTM 24K, 266.562m O, 7.864.279m S) que, é aduzida a um tanque com uma bomba (UTM 24K, 266.469m O, 7.864.320m S) (Figura 17) que aduz a água até um reservatório de 5m³ (UTM 24K, 266.487m O, 7.864.417m S) (Figura 18).

Figura 17 - Casa de bombas em Horácio

Fonte: SHS (2015)

Figura 18 - Reservatório de água de Horácio

Fonte: SHS (2015)

Não há tratamento algum da água disponível que abastece cerca de vinte moradias. Pela intermitência do sistema, algumas moradias têm poços perfurados para suprir a demanda.

A Figura 19 apresenta uma imagem de satélite com a localização dos equipamentos do sistema em Horácio.

Figura 19 - Imagem de Satélite de Horácio com a localização dos equipamentos do sistema de abastecimento

Fonte: SHS (2015)

2.1.4.2. Calixto

Em Calixto, apesar de a concessão ser da COPASA, o sistema ainda é operado por funcionário da prefeitura com auxílio esporádico de funcionários da COPASA. O SAA tem duas captações superficiais do tipo poço Amazonas e também conta com uma captação subterrânea.

Na captação superficial da rua Sebastião Pimenta (Figura 20), a água é aduzida até um reservatório enterrado de 50m³ próximo ao cemitério (Figura 21) que abastece parte da população. Na outra captação superficial que fica na rua Oreste Mozzer

(Figura 22), próximo ao córrego Bananalzinho, a água vai para outro reservatório enterrado também de 50m³ (Figura 23), abastecendo outra parcela do distrito. As demais residências são abastecidas por um poço que se localiza nas proximidades do campo de futebol (Figura 24), do qual a água vai para um reservatório elevado, também de 50m³ (Figura 25).

Figura 20 - Captação superficial de Calixto próxima à rua Sebastião Pimenta

Fonte: SHS (2015)

Figura 21 - Reservatório de água 01 – água que vem da captação superficial próxima ao córrego Bananalzinho

Fonte: SHS (2015)

Figura 22 - Captação superficial de Calixto próxima ao córrego Bananalzinho

Fonte: SHS (2015)

Figura 23 - Reservatório de água 02 – água que vem da captação superficial próxima ao córrego Bananalzinho

Fonte: SHS (2015)

Figura 24 - Captação subterrânea de água de Calixto

Fonte: SHS (2015)

Figura 25 - Reservatório de água 03 – água que vem do poço

Fonte: SHS (2015)

Constatou-se que não há tratamento das águas distribuídas à população. Há problemas quanto à rede de distribuição, pois ainda existem tubulações de cimento amianto (Figura 26); Não existem cadastros de rede, aduções, etc.

Figura 26 - Captação de água de Independência

Fonte: SHS (2015)

Além disso, apesar de não operar o sistema, a COPASA iniciou o monitoramento da qualidade da água distribuída do distrito e apresentou os valores para o período entre 11/2014 e 07/2015, conforme ilustra o Quadro 4. Observa-se que há amostras com resultados fora dos padrões de qualidade exigidos por lei.

Quadro 4 - Resultados das análises do distrito de Calixto para o período de 11/2014 a 07/2015

Dados referentes ao período de (período de 11/2014 a 07/2015)								
Parâmetro	Unidade	Número de amostras				Valor Médio	Limites	Saiba mais
		Mínimo	Analisadas	Fora padrão	Que atende			
Cloro residual Livre	mg/L Cl	162	162	0	162	0.78	0.2 a 2	
Coliformes Totais	NMP/100mL	162	162	0	162	100.00%	Obs.	
Cor	UH	45	90	4	86	4.51	15	
Escherichia coli	NMP/100mL	162	162	0	162	-	Obs.	
Fluoreto	mg/L F	0	90	12	78	0.77	0.6 a 0.85	
Turbidez	UT	162	162	3	159	1.75	5	
pH	-	0	90	0	90	6.29	6 a 9.5	

Mostrar todos os meses do período

OBSERVAÇÕES

Para os parâmetros *"Coliforme Total"* e *"Escherichia Coli"*, os valores médios não se aplicam. Para o parâmetro *"Coliforme Total"* o valor apresentado refere-se ao percentual de amostras que atende aos padrões de potabilidade no período.

- *Coliformes totais:*
  - Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes: apenas uma amostra, ente as amostras examinadas no mês, poderá aprensentar resultado positivo.
  - Sistemas ou soluções alterativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes devem apresentar ausência desses indicadores em, pelo menos, 95% das amostras examinadas no mês.
- *Escherichia coli:*
  - ausência em 100 ml.

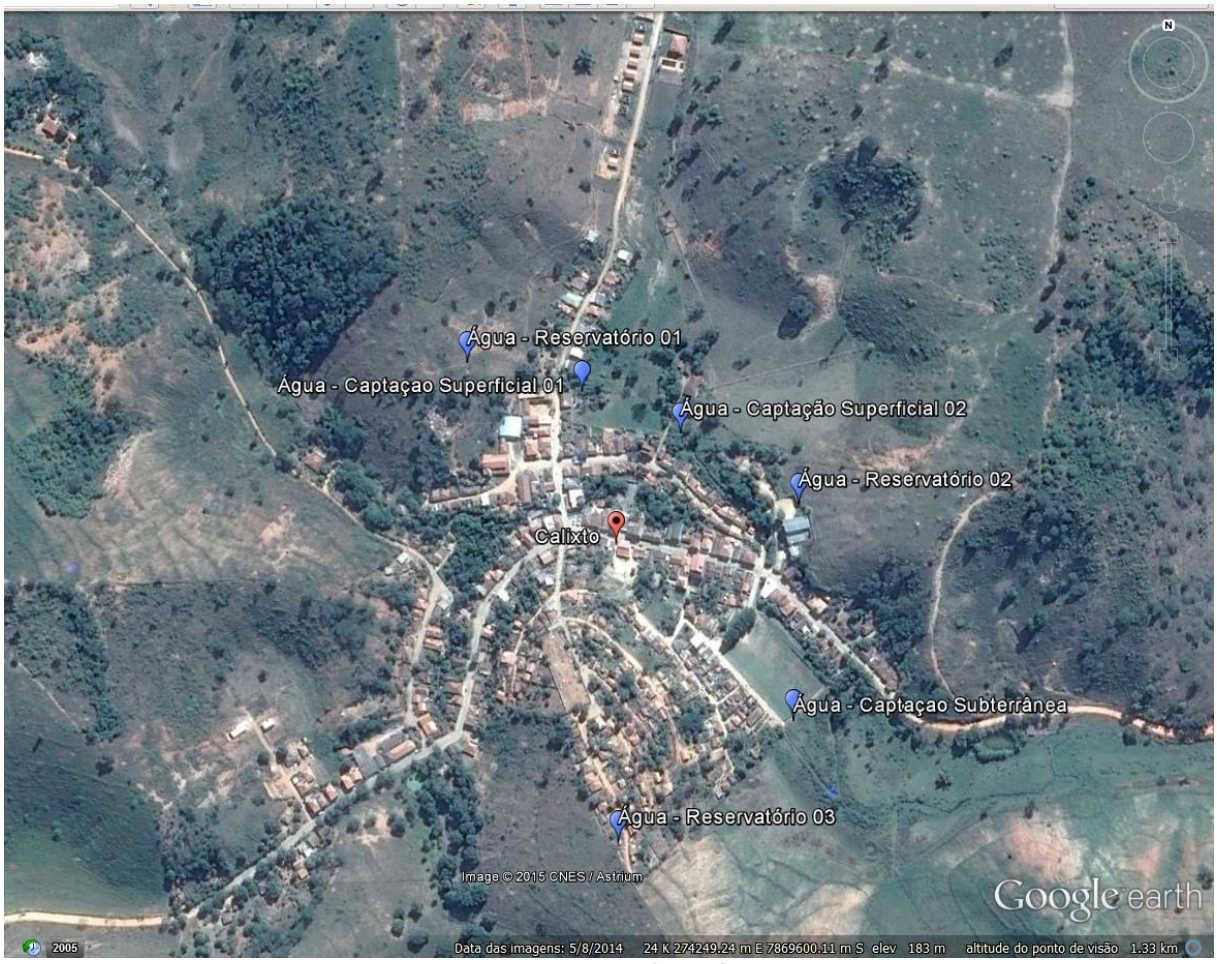
Fonte: http://www2.copasa.com.br/servicos/qualidadeagua/pesqtel.asp?letra=C&cidade=1086 (2015)

Por ocasião das visitas técnicas e dos seminários, a população salientou que existe muita sujeira na água principalmente pela manhã e há momentos em que falta água na parte mais alta do distrito.

A Figura 27 apresenta uma imagem de satélite contendo a localização dos seguintes equipamentos do SAA do distrito de Calixto:

- Captação superficial 1 (UTM 24K: 273.902m E; 7.869.813m S).
- Captação superficial 2 (UTM 24K: 274.002m E; 7.869.773m S).
- Captação subterrânea (UTM 24K: 274.120m E; 7.869.486m S).
- Reservatório 1 (UTM 24K: 273.788m E; 7.869.838m S).
- Reservatório 2 (UTM 24K: 274.121m E; 7.869.703m S).
- Reservatório 3 (UTM 24K: 273.943m E; 7.869.372m S).

Figura 27 - Imagem de satélite de Calixto com a localização dos equipamentos do SAA



Fonte: SHS (2015)

2.1.4.3. Bom Pastor

Bom Pastor é o único distrito que não está contemplado no Contrato de Programa firmado entre o município e a COPASA. O sistema, operado por um funcionário da prefeitura, tem uma captação subterrânea (Figura 28), da qual a água segue para dois reservatórios que totalizam 40m³ (Figura 29) sem qualquer tipo de tratamento.

Figura 28 - Captação subterrânea de Bom Pastor

Fonte: SHS (2015)

Figura 29 - Reservatórios de Bom Pastor

Fonte: SHS (2015)

O operador relatou que ocorrem muitos eventos de entupimento na rede por incrustações nas tubulações e a população não utiliza essa água para beber, por dizer que a mesma tem gosto “salgado”, o que remete à existência de excesso de minerais na água, provavelmente os mais comuns, como ferro e manganês. Além disso, não há cadastro de rede, aduções e outras estruturas do sistema.

A Figura 30 apresenta a localização dos seguintes equipamentos do SAA descritos anteriormente:

- Captação subterrânea (UTM 24K: 285.666m E; 7.868.700m S).
- Reservatório (UTM 24K: 285.729m E; 7.868.649m S).

Figura 30 - Imagem de satélite de Bom Pastor com a localização dos equipamentos do SAA

Fonte: SHS (2015)

2.1.4.4. Assentamento Roseli Nunes II

O Assentamento Roseli Nunes II é uma comunidade na qual, atualmente, grande parte da população está sem água, pois o córrego utilizado para captação, secou. Uma parcela da população utiliza um poço artesiano instalado, que não atende

a todos por ser insuficiente e por não haver rede de distribuição, apenas a população mais próxima do poço consome sua água.

2.1.5. Análise de mananciais

O município de Resplendor está bem localizado quanto a mananciais superficiais, principalmente por ter o rio Doce em seus domínios. A sede já faz uso das águas desse rio, que tem uma oferta muito maior que a demanda local, porque a $Q_{7,10}$, estimada para um ponto de monitoramento na cidade, é maior que 200m³/s.

O Rio Doce quando passa no município é considerado de classe 2, portanto sua qualidade é significativa a ponto de poder ser considerado para consumo humano após tratamento convencional, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05.

Existem comprovações atuais de que há lançamentos de esgotos a montante do ponto de captação de água bruta mas, segundo a ARSAE, estes não comprometem a qualidade da água tratada. Entretanto não há garantias de que futuramente não haja comprometimentos (ARSAE-MG, 2014). Além disso, o uso do solo na região também é favorável, afinal a montante da cidade de Resplendor não há cidades próximas que lancem esgotos neste corpo hídrico.

As bacias de contribuição dos mananciais superficiais que os distritos de Campo Alegre de Minas, Independência e Nicolândia utilizam encontram-se em bom estado de preservação, já que não apresentam fontes pontuais de poluição, têm cobertura vegetal preservada e sem ocupações por assentamentos humanos próximas a montante das captações. Todavia, em Calixto os mananciais superficiais utilizados apresentam pontos de lançamentos de esgotos próximos à captação, devido a ocupação humana.

Além do rio Doce, o município conta com ribeirões e córregos importantes que passam próximos aos distritos, comunidades rurais, vilas e povoados que já servem ou podem vir a servir como fonte para abastecimento de água para a população dessas comunidades. Estes mananciais são: ribeirão Bananal, córrego da Prata, córrego Henrique Strock, córrego Santa Rosa, córrego Palmeiras, ribeirão Resplendor, córrego da Paciência, córrego do Sossego, córrego Calixto, córrego Bananalzinho, córrego Cruz Alta, córrego das Mangueiras, córrego Visicatório, rio Eme e córrego Vala Grande. Tais recursos hídricos devem ser analisados quanto à quantidade e qualidade de suas águas para que se possa avaliar sobre a continuação ou a possibilidade de adoção do

uso destes corpos hídricos como fontes alternativas de abastecimento de água das comunidades mencionadas.

2.1.6. Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores

2.1.6.1. 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 2013, Resplendor apresentou o valor de 100%, que foi mantido no ano de 2014. 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 Resplendor irá conceber um indicador específico para tal.

2.1.6.2. 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. Em 2013, Resplendor apresentou o valor de 75,09%, que foi mantido no ano de 2014, devido ao fato de que apenas a população urbana ou urbanizada dos distritos e da sede são abastecidas por sistemas de abastecimento de água. Com o intuito de universalizar o serviço, o ideal é que esse índice atinja o valor de 100%.

2.1.6.3. Economias atingidas por paralisações.

Este indicador, que mede a porcentagem de economias atingidas por paralisações, auxiliará no monitoramento para que o sistema tenha atendimento de forma ininterrupta. No ano de 2013, Resplendor apresentou o valor de 450 economias/paralisação e em 2014 o número aumentou para 1146 economias/paralisação. Portanto, como o PMSB tem por objetivo o atendimento de forma ininterrupta, esse indicador deverá tender a 0 economia/paralisação, em até 20 anos.

2.1.6.4. Duração média das paralisações

Este indicador, que mede quanto durou cada paralisação (em média), auxiliará no monitoramento da agilidade e eficiência do atendimento. Para Resplendor, a duração média das paralisações chegou a 18,26 horas/paralisação no ano de 2013, mas apresentou expressiva melhora em 2014, já que o valor caiu para 8,29 horas/paralisação.

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

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

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

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

2.1.6.5. Incidência das análises de cloro residual fora do padrão

O indicador mede a incidência de análises de cloro residual fora do padrão. Desse modo, auxiliará no monitoramento do alcance do objetivo “atendimento com água potável e monitoramento da qualidade da água consumida em 100% dos domicílios rurais e de sistemas particulares”. O presente PMSB tem por objetivo melhorar as condições do saneamento básico e, consequentemente, da saúde da

população. Por isso, o ideal é que esse indicador seja o mais próximo possível de 0 (zero).

De acordo com o SNIS, em 2013 esse indicador tinha o valor de 0,48 e, em 2014, de 0,00 demonstrando que houve redução na incidência de análises de cloro residual fora do padrão.

2.1.6.6. Incidência das análises de turbidez fora do padrão

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

Os valores para os anos de 2012, 2013 e 2014 foram, respectivamente, 8,63%, 9,94% e 9,39% de acordo com o SNIS. A turbidez pode ser corrigida aumentando-se a dosagem de coagulante na ETA.

2.1.6.7. Índice de perdas na distribuição

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

Nos anos de 2012, 2013 e 2014, o sistema apresentou 16,34%, 15,63% e 17,14% de perdas na distribuição, respectivamente. Apesar de esses números estarem abaixo da média estadual, que é de 33,7%, o indicador mostra que o sistema provavelmente necessita de manutenções e otimizações, para que se consiga atingir valores mais próximos possíveis de 0%.

2.1.6.8. Consumo médio *per capita* de água

Este indicador permite avaliar quanto é o consumo médio de água por habitante, permitindo, assim, um acompanhamento do atendimento eficiente da demanda. Além disso, sua base histórica permite a modelagem deste índice e, consequentemente, da demanda no município para os anos seguintes. Conforme dados do SNIS 2014, o consumo *per capita* de Resplendor foi de 152,07L/hab.dia. De acordo com a ONU

(Organização das Nações Unidas), a quantidade de água suficiente para atender às necessidades básicas de uma pessoa é de 110L/dia. Portanto, a partir da análise deste indicador, pode-se verificar a necessidade de se fazer campanhas para a redução do consumo de água.

2.1.6.9. Indicadores econômico-financeiros

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

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

Quadro 5 - Tarifas aplicáveis aos usuários pela COPASA

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

Fonte: Resolução ARSAE-MG 64/2015

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

Quadro 6 - Informações e indicadores financeiros

FN002 - Receita operacional direta de água [R$/ano]	R$ 2.671.881,59/ ano
FN006 - Arrecadação total [R$/ano]	R$ 3.544.358,83/ ano
IN005 - Tarifa média de água [R$/m³]	R$ 3,20 / m^3
FN023 - Investimento realizado em abastecimento de água pelo prestador	R$ 0 / ano

de serviços [R$/ano]	
FN026 - Quantidade total de empregados próprios [empregado]	30
FN037 - Despesas totais com o serviço da dívida [R$/ano]	R$ 771.760,27/ ano
IN003 - Despesa total com os serviços por m^3 faturado [R$/m³]	R$ 3,12 / m³
IN027 - Despesa de exploração por economia [R$/ano/econ.]	R$ 329,74 / ano / economia
IN012 - Indicador de desempenho financeiro [percentual]	78,83%
IN035 - Participação da despesa com pessoal próprio nas despesas de exploração [percentual]	55,13 %
IN037 - Participação da despesa com energia elétrica nas despesas de exploração [percentual]	8,21 %
IN040 - Participação da receita operacional direta de água na receita operacional total [percentual]	71,02 %

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

2.1.6.10. Tarifa média de água

Este indicador, que calcula a tarifa média de água, auxiliará no monitoramento do alcance do objetivo “implementar uma gestão eficiente”, com a cobrança de uma tarifa justa, conforme definições do órgão regulador. De acordo com dados do SNIS, em 2014 o valor cobrado era de 3,31 R$/$m^3$. Neste ano, como a despesa total com esse serviço foi de 3,66 R$/$m^3$, conclui-se que não foi atingida a autossuficiência.

2.1.6.11. Indicador de desempenho financeiro

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

Para analisar esse indicador estipula-se que:

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

Os valores apresentados para este indicador nos anos de 2012, 2013 e 2014 foram de 79,25%, 78,83% e 78,45%, respectivamente. Nota-se que, com o passar dos anos, houve pequenas oscilações no que diz respeito à eficiência financeira do setor, contudo o sistema está em prejuízo, 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 para esses 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.

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 índice de perdas é igual a 15,63% e o índice de atendimento é igual a 100%.

Quanto ao valor do consumo *per capita* dos locais, foram utilizados os dados fornecidos pelo SNIS (2013) e pela COPASA (2015).

De acordo com os dados do ano de 2015 fornecidos pela COPASA, os valores de consumo da sede e dos distritos de Calixto, Campo Alegre de Minas, Independência e Nicolândia são, respectivamente, de 120,16L/hab.dia, 221,77L/hab.dia, 87,3L/hab.dia, 86,16L/hab.dia e 82,81L/hab.dia.

Sabendo-se que o distrito de Bom Pastor é o único local não atendido pela COPASA, considerou-se, para este caso, o valor de consumo *per capita* dado pelo SNIS. De acordo com essa fonte o valor é de 160,5L/hab.dia.

Os dados apontam que na sede e nos distritos de Bom Pastor, Campo Alegre de Minas, Independência e Nicolândia, os valores de consumo *per capita* estão abaixo do consumo médio do país (166L/hab.dia). Já no caso do distrito de Calixto, no entanto, o consumo *per capita* de água é de 222L/hab.dia, sendo, portanto, maior que o consumo médio do país.

Segundo Von Sperling (2005), em municípios com até 10 mil habitantes, o consumo *per capita* está entre 90 e 160L/hab.dia. Sendo assim, considerou-se que, no primeiro caso em que o consumo *per capita* é menor que a faixa estabelecida pelo autor, paralelamente ao desenvolvimento do município poderá ocorrer um aumento do consumo de água até o valor de 150L/hab.dia. Em relação ao caso de Calixto, como o consumo atual ultrapassa o valor citado pelo autor recomenda-se que este seja reduzido para até 150L/hab.dia.

Vale ressaltar que esta estimativa de aumentar os valores tidos como abaixo da média, não visa incentivar o aumento do consumo de água, mas sim antever que

haverá uma melhoria na qualidade de vida das pessoas, e que naturalmente, essa demandará um consumo maior de água. As ações de educação ambiental e o incentivo ao consumo consciente de água devem ser implementadas de qualquer maneira e continuamente no município, para a garantia da qualidade de vida das futuras gerações.

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

- Curto prazo – Garantia do alcance do índice de perda em 15% (de 4 a 8 anos);
- Médio prazo – Manutenção do índice de perdas em 15%(de 9 a 12 anos);
- Longo prazo – Manutenção do índice de perdas em 15% (de 13 a 20 anos).

Ressalta-se que o mínimo estabelecido para o Índice de Perdas é 15%, pois é plausível conforme estabelecido nos seminários.

Com base nestes valores, foi calculada a evolução da demanda de água para o sistema que atende a sede, Bom Pastor, Calixto, Campo Alegre de Minas, Independência e Nicolândia (Quadro 7 a Quadro 12).

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

Ano	Consumo *per capita* (L/hab.dia)	Perdas (%)	Demanda *per capita* (L/hab.dia) (com perdas)	População urbana projetada	Índice de atendimento (%)	População urbana projetada atendida	Rede de distribuição projetada (km)	Demanda (m³/dia)	Demanda de água máxima diária (m³)	Reservação (m³)
2015	120	16	143	10.602	100	10.602	50,00	1509,94	1811,93	603,98
2016	122	16	145	10.564	100	10.564	50,00	1520,90	1825,08	608,36
2017	123	16	146	10.528	100	10.528	50,00	1532,00	1838,40	612,80
2018	124	16	147	10.495	100	10.495	50,00	1543,41	1852,09	617,36
2019	126	16	149	10.455	100	10.455	50,00	1553,64	1864,36	621,45
2020	127	15	150	10.412	100	10.412	50,00	1563,26	1875,92	625,31
2021	129	15	152	10.365	100	10.365	50,00	1572,12	1886,55	628,85
2022	130	15	153	10.325	100	10.325	50,00	1581,88	1898,25	632,75
2023	132	15	155	10.278	100	10.278	50,00	1590,40	1908,48	636,16
2024	133	15	156	10.223	100	10.223	50,00	1598,98	1918,78	639,59
2025	134	15	158	10.169	100	10.169	50,00	1607,53	1929,04	643,01
2026	136	15	160	10.118	100	10.118	50,00	1616,39	1939,66	646,55
2027	137	15	161	10.059	100	10.059	50,00	1623,78	1948,53	649,51
2028	139	15	163	9.997	100	9.997	50,00	1630,48	1956,58	652,19
2029	140	15	165	9.934	100	9.934	50,00	1636,81	1964,17	654,72
2030	141	15	166	9.866	100	9.866	50,00	1642,10	1970,52	656,84
2031	143	15	168	9.805	100	9.805	50,00	1648,34	1978,01	659,34
2032	144	15	170	9.742	100	9.742	50,00	1654,03	1984,84	661,61
2033	146	15	171	9.660	100	9.660	50,00	1656,26	1987,51	662,50
2034	147	15	173	9.591	100	9.591	50,00	1660,46	1992,56	664,19
2035	149	15	175	9.512	100	9.512	50,00	1662,69	1995,22	665,07
2036	150	15	176	9.436	100	9.436	50,00	1665,18	1998,21	666,07

Fonte: SHS (2015)

Quadro 8 - Projeção da demanda futura para Bom Pastor no cenário normativo

Ano	Consumo *per capita* (L/hab.dia)	Perdas (%)	Demanda *per capita* (L/hab.dia) (com perdas)	População urbana projetada	Índice de atendimento (%)	População urbana projetada atendida	Rede de distribuição projetada (km)	Demanda (m³/dia)	Demanda de água máxima diária (m³)	Reservação (m³)
2015	161	16	190	176	100	176	1,00	33,48	40,18	13,39
2016	156	16	186	173	100	173	1,00	32,06	38,47	12,82
2017	152	16	181	171	100	171	1,00	30,85	37,02	12,34
2018	148	16	176	168	100	168	1,00	29,48	35,38	11,79
2019	144	16	171	166	100	166	1,00	28,32	33,98	11,33
2020	140	15	166	168	100	168	1,00	27,83	33,40	11,13
2021	136	15	161	166	100	166	1,00	26,69	32,03	10,68
2022	132	15	156	168	100	168	1,00	26,20	31,43	10,48
2023	128	15	151	169	100	169	1,00	25,53	30,63	10,21
2024	134	15	157	169	100	169	1,00	26,60	31,92	10,64
2025	139	15	164	170	100	170	1,00	27,84	33,41	11,14
2026	145	15	170	170	100	170	1,00	28,92	34,70	11,57
2027	150	15	176	171	100	171	1,00	30,18	36,21	12,07
2028	150	15	176	171	100	171	1,00	30,18	36,21	12,07
2029	150	15	176	170	100	170	1,00	30,00	36,00	12,00
2030	150	15	176	169	100	169	1,00	29,82	35,79	11,93
2031	150	15	176	169	100	169	1,00	29,82	35,79	11,93
2032	150	15	176	167	100	167	1,00	29,47	35,36	11,79
2033	150	15	176	167	100	167	1,00	29,47	35,36	11,79
2034	150	15	176	168	100	168	1,00	29,65	35,58	11,86
2035	150	15	176	170	100	170	1,00	30,00	36,00	12,00
2036	150	15	176	172	100	172	1,00	30,35	36,42	12,14

Fonte: SHS (2015)

Quadro 9 - Projeção da demanda futura para Calixto no cenário normativo

Ano	Consumo *per capita* (L/hab.dia)	Perdas (%)	Demanda *per capita* (L/hab.dia) (com perdas)	População projetada	Índice de atendimento (%)	População projetada atendida	Rede de distribuição projetada (km)	Demanda (m³/dia)	Demanda de água máxima diária (m³)	Reservação (m³)
2015	222	16	263	680	100	680	3,10	178,74	214,49	71,50
2016	216	16	257	669	100	669	3,10	171,29	205,55	68,52
2017	211	16	250	658	100	658	3,10	164,00	196,80	65,60
2018	205	16	243	640	100	640	3,10	155,18	186,21	62,07
2019	200	16	236	624	100	624	3,10	147,07	176,48	58,83
2020	194	15	229	619	100	619	3,10	141,71	170,05	56,68
2021	189	15	222	613	100	613	3,10	136,20	163,44	54,48
2022	183	15	216	609	100	609	3,10	131,21	157,45	52,48
2023	177	15	209	602	100	602	3,10	125,65	150,78	50,26
2024	171	15	201	590	100	590	3,10	118,39	142,07	47,36
2025	164	15	193	582	100	582	3,10	112,09	134,51	44,84
2026	157	15	185	569	100	569	3,10	105,00	126,00	42,00
2027	150	15	176	559	100	559	3,10	98,65	118,38	39,46
2028	150	15	176	543	100	543	3,10	95,82	114,99	38,33
2029	150	15	176	538	100	538	3,10	94,94	113,93	37,98
2030	150	15	176	539	100	539	3,10	95,12	114,14	38,05
2031	150	15	176	535	100	535	3,10	94,41	113,29	37,76
2032	150	15	176	531	100	531	3,10	93,71	112,45	37,48
2033	150	15	176	524	100	524	3,10	92,47	110,96	36,99
2034	150	15	176	522	100	522	3,10	92,12	110,54	36,85
2035	150	15	176	514	100	514	3,10	90,71	108,85	36,28
2036	150	15	176	498	100	498	3,10	87,88	105,46	35,15

Fonte: SHS (2015)

Quadro 10 - Projeção da demanda futura para Campo Alegre de Minas no cenário normativo

Ano	Consumo *per capita* (L/hab.dia)	Perdas (%)	Demanda *per capita* (L/hab.dia) (com perdas)	População urbana projetada	Índice de atendimento (%)	População urbana projetada atendida	Rede de distribuição projetada (km)	Demanda (m³/dia)	Demanda de água máxima diária (m³)	Reservação (m³)
2015	87	16	103	365	100	365	1,65	37,77	45,32	15,11
2016	90	16	107	349	100	349	1,65	37,31	44,77	14,92
2017	93	16	111	329	100	329	1,65	36,30	43,56	14,52
2018	96	16	114	315	100	315	1,65	35,84	43,01	14,34
2019	99	16	117	306	100	306	1,65	35,86	43,03	14,34
2020	102	15	121	304	100	304	1,65	36,66	44,00	14,67
2021	105	15	124	291	100	291	1,65	36,09	43,30	14,43
2022	108	15	127	274	100	274	1,65	34,91	41,89	13,96
2023	111	15	131	259	100	259	1,65	33,88	40,65	13,55
2024	114	15	134	233	100	233	1,65	31,30	37,56	12,52
2025	117	15	138	222	100	222	1,65	30,60	36,72	12,24
2026	120	15	141	215	100	215	1,65	30,39	36,47	12,16
2027	123	15	145	213	100	213	1,65	30,85	37,03	12,34
2028	126	15	148	206	100	206	1,65	30,56	36,68	12,23
2029	129	15	152	200	100	200	1,65	30,38	36,45	12,15
2030	132	15	155	198	100	198	1,65	30,77	36,92	12,31
2031	135	15	159	195	100	195	1,65	30,99	37,18	12,39
2032	138	15	162	194	100	194	1,65	31,51	37,81	12,60
2033	141	15	166	187	100	187	1,65	31,03	37,24	12,41
2034	144	15	169	179	100	179	1,65	30,33	36,40	12,13
2035	147	15	173	171	100	171	1,65	29,58	35,49	11,83
2036	150	15	176	166	100	166	1,65	29,29	35,15	11,72

Fonte: SHS (2015)

Quadro 11 - Projeção da demanda futura para Independência no cenário normativo

Ano	Consumo *per capita* (L/hab.dia)	Perdas (%)	Demanda *per capita* (L/hab.dia) (com perdas)	População urbana projetada	Índice de atendimento (%)	População urbana projetada atendida	Rede de distribuição projetada (km)	Demanda (m³/dia)	Demanda de água máxima diária (m³)	Reservação (m³)
2015	86	16	102	86	100	492	2,22	50,24	60,29	20,10
2016	89	16	106	89	100	500	2,25	52,81	63,38	21,13
2017	92	16	109	92	100	501	2,26	54,67	65,61	21,87
2018	95	16	113	95	100	512	2,31	57,66	69,19	23,06
2019	98	16	116	98	100	519	2,34	60,26	72,31	24,10
2020	101	15	120	101	100	523	2,36	62,54	75,05	25,02
2021	104	15	123	104	100	524	2,36	64,48	77,37	25,79
2022	107	15	127	107	100	531	2,39	67,18	80,62	26,87
2023	110	15	130	110	100	536	2,42	69,67	83,60	27,87
2024	114	15	134	114	100	540	2,43	72,12	86,54	28,85
2025	117	15	137	117	100	545	2,46	74,74	89,68	29,89
2026	120	15	141	120	100	545	2,46	76,68	92,02	30,67
2027	123	15	144	123	100	551	2,48	79,50	95,40	31,80
2028	126	15	148	126	100	555	2,50	82,06	98,47	32,82
2029	129	15	151	129	100	559	2,52	84,65	101,58	33,86
2030	132	15	155	132	100	562	2,53	87,12	104,54	34,85
2031	135	15	159	135	100	564	2,54	89,44	107,33	35,78
2032	138	15	162	138	100	566	2,55	91,79	110,14	36,71
2033	141	15	166	141	100	570	2,57	94,47	113,37	37,79
2034	144	15	169	144	100	577	2,60	97,70	117,24	39,08
2035	147	15	173	147	100	578	2,61	99,93	119,92	39,97
2036	150	15	176	150	100	583	2,63	102,88	123,46	41,15

Fonte: SHS (2015)

Quadro 12 - Projeção da demanda futura para Nicolândia no cenário normativo

Ano	Consumo *per capita* (L/hab.dia)	Perdas (%)	Demanda *per capita* (L/hab.dia) (com perdas)	População urbana projetada	Índice de atendimento (%)	População urbana projetada atendida	Rede de distribuição projetada (km)	Demanda (m³/dia)	Demanda de água máxima diária (m³)	Reservação (m³)
2015	83	16	98	407	100	407	2,00	39,95	47,94	15,98
2016	86	16	102	393	100	393	2,00	40,18	48,03	16,01
2017	89	16	106	380	100	380	2,00	40,24	48,13	16,04
2018	92	16	110	369	100	369	2,00	40,41	48,36	16,12
2019	96	16	113	362	100	362	2,00	40,96	49,04	16,35
2020	99	15	117	356	100	356	2,00	41,57	49,80	16,60
2021	102	15	120	344	100	344	2,00	41,40	49,63	16,54
2022	105	15	124	330	100	330	2,00	40,91	49,06	16,35
2023	108	15	128	309	100	309	2,00	39,41	47,29	15,76
2024	112	15	131	300	100	300	2,00	39,39	47,27	15,76
2025	115	15	135	287	100	287	2,00	38,76	46,52	15,51
2026	118	15	139	279	100	279	2,00	38,73	46,48	15,49
2027	121	15	143	270	100	270	2,00	38,50	46,20	15,40
2028	124	15	146	265	100	265	2,00	38,78	46,54	15,51
2029	128	15	150	255	100	255	2,00	38,28	45,94	15,31
2030	131	15	154	248	100	248	2,00	38,16	45,80	15,27
2031	134	15	158	240	100	240	2,00	37,84	45,40	15,13
2032	137	15	161	233	100	233	2,00	37,61	45,13	15,04
2033	140	15	165	231	100	231	2,00	38,16	45,79	15,26
2034	144	15	169	221	100	221	2,00	37,34	44,80	14,93
2035	147	15	173	216	100	216	2,00	37,30	44,77	14,92
2036	150	15	176	213	100	213	2,00	37,59	45,11	15,04

Fonte: SHS (2015)

Determinada a demanda de água na área urbana ao longo do plano, foi feito o balanço entre este dado e a oferta de água no local para cada ao ano até o fim do plano.

Para tanto, a vazão de oferta foi calculada por diferentes métodos, de acordo com o tipo de manancial – subterrâneo ou superficial – empregado no abastecimento público da sede e dos distritos.

Sendo assim, para a sede e os distritos de Campo Alegre de Minas, Independência e Nicolândia, onde a captação é feita em corpo hídrico superficial, foram considerados os valores de água tratada por dia fornecidos pela COPASA (2014) como base para os cálculos.

De acordo com esta fonte, a ETA da sede tem capacidade de produzir 3.360m³/dia de água tratada; em Campo Alegre de Minas, 302m³/dia; em Independência, 155,5m³ e Nicolândia, 492m³.

Considerando-se que a oferta de água não se altere até o final do horizonte de planejamento, foi realizado o balanço da oferta e demanda do sistema de abastecimento de água, de acordo com as projeções populacionais analisadas. Do Quadro 13 ao Quadro 16 são apresentados os resultados do balanço da sede, Campo Alegre de Minas, Independência e Nicolândia, respectivamente.

Quadro 13 - Balanço da oferta e demanda do SAA para a sede no cenário normativo

Ano de Referência	População urbana projetada	Demanda (m³/dia)	Oferta (m³/dia)	Saldo
2015	10.602	1509,94	3360,00	1850,06
2016	10.564	1520,90	3360,00	1839,10
2017	10.528	1532,00	3360,00	1828,00
2018	10.495	1543,41	3360,00	1816,59
2019	10.455	1553,64	3360,00	1806,36
2020	10.412	1563,26	3360,00	1796,74
2021	10.365	1572,12	3360,00	1787,88
2022	10.325	1581,88	3360,00	1778,12
2023	10.278	1590,40	3360,00	1769,60
2024	10.223	1598,98	3360,00	1761,02

Ano de Referência	População urbana projetada	Demanda (m³/dia)	Oferta (m³/dia)	Saldo
2025	10.169	1607,53	3360,00	1752,47
2026	10.118	1616,39	3360,00	1743,61
2027	10.059	1623,78	3360,00	1736,22
2028	9.997	1630,48	3360,00	1729,52
2029	9.934	1636,81	3360,00	1723,19
2030	9.866	1642,10	3360,00	1717,90
2031	9.805	1648,34	3360,00	1711,66
2032	9.742	1654,03	3360,00	1705,97
2033	9.660	1656,26	3360,00	1703,74
2034	9.591	1660,46	3360,00	1699,54
2035	9.512	1662,69	3360,00	1697,31
2036	9.436	1665,18	3360,00	1694,82

Fonte: SHS (2015)

Quadro 14 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Campo Alegre de Minas no cenário normativo

Ano de Referência	População urbana projetada	Demanda (m³/dia)	Oferta (m³/dia)	Saldo
2015	365	37,77	302,00	264,23
2016	349	37,31	302,00	264,69
2017	329	36,30	302,00	265,70
2018	315	35,84	302,00	266,16
2019	306	35,86	302,00	266,14
2020	304	36,66	302,00	265,34
2021	291	36,09	302,00	265,91
2022	274	34,91	302,00	267,09
2023	259	33,88	302,00	268,12
2024	233	31,30	302,00	270,70
2025	222	30,60	302,00	271,40
2026	215	30,39	302,00	271,61
2027	213	30,85	302,00	271,15
2028	206	30,56	302,00	271,44
2029	200	30,38	302,00	271,62

Ano de Referência	População urbana projetada	Demanda (m³/dia)	Oferta (m³/dia)	Saldo
2030	198	30,77	302,00	271,23
2031	195	30,99	302,00	271,01
2032	194	31,51	302,00	270,49
2033	187	31,03	302,00	270,97
2034	179	30,33	302,00	271,67
2035	171	29,58	302,00	272,42
2036	166	29,29	302,00	272,71

Fonte: SHS (2015)

Quadro 15 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Independência no cenário normativo

Ano de Referência	População urbana projetada	Demanda (m³/dia)	Oferta (m³/dia)	Saldo
2015	492	50,24	155,50	105,26
2016	500	52,81	155,50	102,69
2017	501	54,67	155,50	100,83
2018	512	57,66	155,50	97,84
2019	519	60,26	155,50	95,24
2020	523	62,54	155,50	92,96
2021	524	64,48	155,50	91,02
2022	531	67,18	155,50	88,32
2023	536	69,67	155,50	85,83
2024	540	72,12	155,50	83,38
2025	545	74,74	155,50	80,76
2026	545	76,68	155,50	78,82
2027	551	79,50	155,50	76,00
2028	555	82,06	155,50	73,44
2029	559	84,65	155,50	70,85
2030	562	87,12	155,50	68,38
2031	564	89,44	155,50	66,06
2032	566	91,79	155,50	63,71
2033	570	94,47	155,50	61,03
2034	577	97,70	155,50	57,80
2035	578	99,93	155,50	55,57
2036	583	102,88	155,50	52,62

Fonte: SHS (2015)

Quadro 16 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Nicolândia no cenário normativo

Ano de Referência	População urbana projetada	Demanda (m³/dia)	Oferta (m³/dia)	Saldo
2015	407	39,95	492,00	452,05
2016	393	40,03	492,00	451,97
2017	380	40,10	492,00	451,90
2018	369	40,30	492,00	451,70
2019	362	40,87	492,00	451,13
2020	356	41,50	492,00	450,50
2021	344	41,36	492,00	450,64
2022	330	40,88	492,00	451,12
2023	309	39,41	492,00	452,59
2024	300	39,39	492,00	452,61
2025	287	38,76	492,00	453,24
2026	279	38,73	492,00	453,27
2027	270	38,50	492,00	453,50
2028	265	38,78	492,00	453,22
2029	255	38,28	492,00	453,72
2030	248	38,16	492,00	453,84
2031	240	37,84	492,00	454,16
2032	233	37,61	492,00	454,39
2033	231	38,16	492,00	453,84
2034	221	37,34	492,00	454,66
2035	216	37,30	492,00	454,70
2036	213	37,59	492,00	454,41

Fonte: SHS (2015)

Para os distritos de Bom Pastor e Calixto, que ainda não são atendidos pela COPASA e realizam a sua captação de água em mananciais subterrâneos, foi calculada a disponibilidade dos mananciais subterrâneos pertencentes à área de cada distrito.

Como base de dados, foram considerados os valores do volume explotável dos aquíferos granular e fissurado encontrados na bacia de Manhuaçu e a área total da mesma bacia (9.189km²) fornecidos pelo Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce. Pela razão entre os dois dados, foi possível determinar a vazão disponível por km², como pode ser visto no Quadro 17.

Quadro 17 - Disponibilidade hídrica dos aquíferos na sub-bacia de Manhuaçu

Aquífero	Disponibilidade hídrica em Manhuaçu	
	m³/ano	m³/ano.km²
Aquífero Granular	12.400.000	1.349
Aquífero Fissurado	298.000.000	32.430

Fonte: SHS (2015).

Posteriormente, foi determinada a área do município que corresponderia ao domínio do aquífero granular e fissurado, de acordo com os domínios hidrogeológicos presentes em Resplendor. Determinadas as áreas, foi possível calcular a disponibilidade hídrica explotável dos mananciais subterrâneos por área no município (Quadro 18).

Quadro 18 - Disponibilidade hídrica dos aquíferos em Resplendor

Aquífero	Área	Disponibilidade hídrica em Resplendor		
	km²	m³/ano	m³/d	m³/ano.km²
Aquífero Granular	54	72.990	200	85
Aquífero Fissurado	1.028	33.328.376	91.311	

Fonte: SHS (2015)

Por fim, multiplicando-se o valor encontrado pelas áreas dos distritos, foi possível determinar a disponibilidade hídrica dos mananciais subterrâneos encontrados em cada um deles. O Quadro 19 mostra os resultados obtidos. Vale ressaltar que estes valores correspondem à vazão explotável não somente nos poços utilizados atualmente, mas em todo o território de cada distrito em análise. Para se conhecer os valores exatos da vazão dos poços de captação utilizados atualmente, é recomendado que seja feito o teste de vazão nos pontos de captação.

Quadro 19 - Disponibilidade hídrica dos mananciais subterrâneos nos distritos

Distrito	Área (km²)	Disponibilidade hídrica (m³/d)
Bom Pastor	2,36	200
Calixto	3,33	282

Fonte: SHS (2015)

Com base nestes valores, foi feita a projeção do balanço entre a oferta e a demanda ao longo do plano para os distritos de Bom Pastor (Quadro 20) e Calixto (Quadro 21).

Quadro 20 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Bom Pastor no cenário normativo

Ano de Referência	População urbana projetada	Demanda (m³/dia)	Oferta (m³/dia)	Saldo
2015	176	33,48	200,00	166,52
2016	173	32,06	200,00	167,94
2017	171	30,85	200,00	169,15
2018	168	29,48	200,00	170,52
2019	166	28,32	200,00	171,68
2020	168	27,83	200,00	172,17
2021	166	26,69	200,00	173,31
2022	168	26,20	200,00	173,80
2023	169	25,53	200,00	174,47
2024	169	26,60	200,00	173,40
2025	170	27,84	200,00	172,16
2026	170	28,92	200,00	171,08
2027	171	30,18	200,00	169,82
2028	171	30,18	200,00	169,82
2029	170	30,00	200,00	170,00
2030	169	29,82	200,00	170,18
2031	169	29,82	200,00	170,18
2032	167	29,47	200,00	170,53
2033	167	29,47	200,00	170,53
2034	168	29,65	200,00	170,35
2035	170	30,00	200,00	170,00
2036	172	30,35	200,00	169,65

Fonte: SHS (2015)

No caso do distrito de Calixto, além da captação do manancial subterrâneo, há outros dois pontos de captação realizados por poços Amazonas, onde há o confinamento da água proveniente de córregos.

Foi considerada como valor da vazão de oferta, a vazão outorgável definida pela Resolução nº 1548, de 29 de março 2012 da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), bem como do IGAM. De acordo com esta resolução, 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 $Q_{7,10}$.

Para se determinar a vazão $Q_{7,10}$ (vazão mínima de sete dias de duração e período de retorno de 10 anos), foram utilizados os dados fornecidos pelo Atlas Digital das Águas de Minas.

Aplicando-se esta metodologia, concluiu-se que a vazão outorgável do manancial superficial é de 3L/s ou 265m³/d. Logo, somando-se ao valor da disponibilidade hídrica dos mananciais subterrâneos, obteve-se que a disponibilidade hídrica total é de 547m³/dia.

Quadro 21 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Calixto no cenário normativo

Ano de Referência	População urbana projetada	Demanda (m³/dia)	Oferta (m³/dia)	Saldo
2015	680	178,74	547,00	368,26
2016	669	171,29	547,00	375,71
2017	658	164,00	547,00	383,00
2018	640	155,18	547,00	391,82
2019	624	147,07	547,00	399,93
2020	619	141,71	547,00	405,29
2021	613	136,20	547,00	410,80
2022	609	131,21	547,00	415,79
2023	602	125,65	547,00	421,35
2024	590	118,39	547,00	428,61
2025	582	112,09	547,00	434,91
2026	569	105,00	547,00	442,00
2027	559	98,65	547,00	448,35
2028	543	95,82	547,00	451,18
2029	538	94,94	547,00	452,06
2030	539	95,12	547,00	451,88
2031	535	94,41	547,00	452,59
2032	531	93,71	547,00	453,29
2033	524	92,47	547,00	454,53
2034	522	92,12	547,00	454,88
2035	514	90,71	547,00	456,29
2036	498	87,88	547,00	459,12

Fonte: SHS (2015)

Como pode ser visto pelo balanço realizado, em alguns casos houve aumento do saldo e em outros ocorreu diminuição. De qualquer forma, foi possível verificar que

as ETAs utilizadas atualmente e os mananciais presentes nos distritos de Bom Pastor e Calixto tem capacidade de atender as demandas ao longo do plano.

Por meio da redução da demanda de água, pode haver a diminuição com gastos relacionados ao uso de produtos químicos e energia elétrica durante o processo de tratamento de água.

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 do município é realizada no rio Doce, mais especificamente no trecho pertencente à sub-bacia Manhuaçu.

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

Ainda com base no estabelecido pela Resolução SEMAD/IGAM 1548/12, foram comparados os valores da vazão outorgável e a captada, conforme apresentado no Quadro 22.

Quadro 22 - Vazão no manancial utilizado para o abastecimento público da sede

Manancial	$Q_{7,10}$ (L/s)	$Q_{outorgável}$ (L/s)	$Q_{captada}$ (L/s)
Rio Doce	201.155,3	100.577,6	58,0

Fonte: SHS, 2015

A partir dos dados expostos, verifica-se que o manancial superficial utilizado atualmente para a captação de água apresenta uma alta capacidade de fornecimento de água comparada à vazão captada para suprir a demanda do abastecimento público.

A fim de se averiguar o quadro do SAA no futuro, foi realizado um balanço entre a vazão outorgável do manancial utilizado atualmente e a demanda futura de água (Quadro 23), considerando-se as metas estabelecidas.

Quadro 23 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura da sede

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Rio Doce	
2015	100.577,6	17,5
2016	100.577,6	17,6
2017	100.577,6	17,7

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Rio Doce	
2018	100.577,6	17,9
2019	100.577,6	18,0
2020	100.577,6	18,1
2021	100.577,6	18,2
2022	100.577,6	18,3
2023	100.577,6	18,4
2024	100.577,6	18,5
2025	100.577,6	18,6
2026	100.577,6	18,7
2027	100.577,6	18,8
2028	100.577,6	18,9
2029	100.577,6	18,9
2030	100.577,6	19,0
2031	100.577,6	19,1
2032	100.577,6	19,1
2033	100.577,6	19,2
2034	100.577,6	19,2
2035	100.577,6	19,2
2036	100.577,6	19,3

Fonte: SHS (2015)

Como pode ser verificada, a demanda da água aumenta ao longo do plano, devido ao aumento da população projetada principalmente.

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 70% entre as duas vazões. Isso pode ser devido ao fato de o município de Resplendor 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 64L/s. Sendo assim, pode-se verificar que não há indícios de que a vazão captada ultrapassará o valor da vazão outorgável.

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

Conhecendo-se a disponibilidade hídrica do município, foi analisada a qualidade dos mananciais de abastecimento, com o intuito de se averiguar as condições qualitativas da água que é utilizada para o abastecimento público.

De acordo com IGAM, existe uma estação de monitoramento da qualidade da água próxima ao local de captação da sede do município de Resplendor.

Segundo as análises feitas nesta estação, a água apresentou índice de qualidade médio, nível baixo de contaminação por tóxicos e concentração de nutrientes baixo (classe oligotrófica).

O IGAM apresenta o significado de cada classe dos indicadores utilizados. O Quadro 24 mostra a interpretação dos resultados finais obtidos para cada indicador, os quais foram apontados anteriormente.

Quadro 24 - Significado para cada classe referente a diferentes indicadores (*)

Indicadores	Classe	Significado
IQA	Médio	Águas apropriadas para tratamento convencional visando o abastecimento público.
CT	Baixa	Refere-se à ocorrência de substâncias tóxicas com concentrações que excedem em até 20% o limite de classe de enquadramento do trecho do corpo de água onde se localiza a estação de amostragem.
IET	Oligotrófia	Corpos de água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre o uso da água, decorrentes da presença de nutrientes.

(*) IQA = Índice de Qualidade da Água; CT = Contaminação por Tóxicos e IET = Índice de Estado Trófico

Fonte: Adaptado de IGAM (2014) *apud* CETESB (2008).

Pela interpretação dos resultados obtidos em relação aos indicadores da qualidade da água, é possível concluir que o trecho do rio Doce utilizado na captação da água na sede de Resplendor apresenta qualidade de água adequada para o abastecimento público de modo geral.

Ademais, de acordo com o estudo realizado no diagnóstico, este trecho do corpo hídrico pertence à classe 2. Logo, segundo CONAMA 357/2005, a água captada neste local poderia ser destinada para, dentre outros usos, o abastecimento público após o

seu tratamento. Baseando-se no estudo dos indicadores da qualidade da água, é possível concluir que o manancial apresenta características que satisfazem a classificação a que pertence.

Conclui-se, portanto, que o manancial apresenta características adequadas para ser utilizado no abastecimento público. No entanto, o rompimento da barragem de rejeito de mineração, o qual ocorreu no dia 5 de novembro de 2015 no município de Mariana (MG) acabou por comprometer a qualidade da água do rio Doce.

Como consequência, houve a poluição e a contaminação do rio e um aumento acentuado da turbidez do corpo hídrico, tornando a água imprópria para ser utilizada para o abastecimento público. Devido às dimensões dos acontecimentos, não há previsão de que o rio Doce seja recuperado em 20 anos enquanto este PMSB esteja em vigor.

Tendo em vista esse acontecimento, foi proposto como alternativa neste PMSB, um manancial superficial de captação dotado de características que sugerem ser este adequado para o abastecimento público do município. Para tanto foram considerados os seguintes critérios:

- Proximidade com município: 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 à demanda da população;
- Qualidade da água: o manancial deve apresentar qualidade adequada para ser destinada ao consumo humano, assim considerou-se:
    - A mata ciliar do trecho deve estar bem conservada, a fim de se garantir uma melhor qualidade da água do manancial.
    - A captação deve ser feita num local que não receba esgotos ou efluentes de indústrias.

Considerando-se estes critérios, foi selecionado um ponto de captação no córrego Vala Grande. A localização do ponto de captação sugerido é mostrada na Figura 31.

Figura 31 - Localização do antigo ponto de captação e o novo ponto proposto para a sede

a)

b)

Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

O local mostrado nas figuras fica inserido em uma propriedade particular. Assim, será preciso verificar a regularização imobiliária da área.

O Quadro 25 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 26.

Quadro 25 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para a sede

Manancial	Coordenadas UTM - Pontos avaliados		Área da bacia de contribuição (m²)	Vazões (L/s)	
	Sul	Leste		$Q_{7,10}$	$Q_{outorgável}$
córrego Vala Grande	7859857.35m	24K 265500.96m	56.256.792,2	87,3	43,6

Fonte: SHS (2015)

Quadro 26 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para a sede e a demanda futura

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego do Coqueiro	Total
2015	42,8	17,5
2016	42,8	17,6
2017	42,8	17,7
2018	42,8	17,9
2019	42,8	18,0
2020	42,8	18,1
2021	42,8	18,2
2022	42,8	18,3
2023	42,8	18,4
2024	42,8	18,5
2025	42,8	18,6
2026	42,8	18,7
2027	42,8	18,8
2028	42,8	18,9
2029	42,8	18,9
2030	42,8	19,0
2031	42,8	19,1
2032	42,8	19,1
2033	42,8	19,2
2034	42,8	19,2
2035	42,8	19,2
2036	42,8	19,3

Fonte: SHS (2015)

O manancial proposto foi selecionado considerando que a vazão captada fosse de 58L/s, como foi apresentado no Quadro 22. Optou-se por ter esse valor como base a fim de se assegurar o atendimento de toda a população local.

Sendo assim, como pode ser verificado no quadro apresentado, apesar de a

vazão outorgável do novo manancial proposto atender à vazão demandada, não será suficiente para suprir a vazão captada.

De acordo com a Resolução SEMAD/IGAM nº 1548/12 nos casos em que há regularização do curso d'água, onde ocorre a captação, é permitido que vazão maior seja outorgada, desde que seja mantido o fluxo residual mínimo a jusante, o qual deve corresponder a 50% da vazão $Q_{7,10}$. Assim, caso estudos mais aprofundados indiquem a viabilidade de se adotar esse manancial alternativo para o município de Resplendor, sugere-se a construção de uma pequena barragem neste trecho do córrego Vala Grande de forma a possibilitar um acréscimo em sua vazão de captação.

Em relação à qualidade da água no trecho do córrego Vala Grande onde se realizaria a captação, como não há lançamento de esgotos neste corpo hídrico, de acordo com o diagnóstico realizado, e, como existe mata ciliar nas margens do córrego (Figura 31b), espera-se que a qualidade de água seja apropriada para ser destinada ao abastecimento público, ainda que precise ser submetida a algum tipo de tratamento.

Mesmo apresentando essas condições satisfatórias, deve-se realizar a análise laboratorial da água captada, a fim de se averiguar se esta é realmente adequada para o consumo humano após o processo de tratamento. Além disso, devem-se conhecer as características da água bruta e assim propor o melhor método para seu tratamento.

2.2.1.2. Bom Pastor

No caso da área urbana do distrito de Bom Pastor, o sistema de abastecimento de água não é da responsabilidade da COPASA, diferentemente da sede e dos outros distritos.

Segundo o diagnóstico realizado, a captação é feita em manancial subterrâneo, por meio de poços, e a água captada é armazenada em reservatórios de distribuição sem receber nenhum tipo de tratamento prévio.

Como consequência, a rede de distribuição apresenta problemas como incrustação e há relatos por parte da população local de que a água apresenta sabor "salgado". Assim, há evidências de que a água do distrito pode possuir alto teor de minerais, como manganês e ferro.

Visto que não ocorre o tratamento adequado da água destinada ao abastecimento público e considerando-se que a água captada aparenta indícios de

possuir altos teores de minerais, é recomendado que seja instalada uma unidade de tratamento por oxidação, seguida de filtração e posterior cloração.

De acordo com Moruzzi e Reali (2012), os reagentes empregados no processo de oxidação dos metais são oxigênio, cloro e permanganato de potássio. A seleção do melhor oxidante a ser utilizado deverá se feita com base na análise das concentrações envolvidas, da disponibilidade e dos custos dos produtos químicos (MORUZZI; REALI, 2012).

No caso em que a captação é feita em manancial subterrâneo, Moruzzi e Reali (2012) relatam que a instalação de um aerador executado a meio um com pH adequado é o suficiente o para a oxidação dos minerais.

Após este processo, a água deve passar pela etapa de filtração para que ocorra a segregação do meio líquido com os precipitados resultante da oxidação.

Por fim, deve haver o processo de desinfecção da água por meio do processo de cloração e então deve ser encaminhada para o reservatório.

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 Palmeiras. A localização do ponto de captação sugerido é mostrada na Figura 32 e na Figura 33.

Figura 32 - Localização do novo ponto proposto para Bom Pastor

Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

Figura 33 - Visão panorâmica do local proposto para Bom Pastor

Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

O local mostrado nas figuras fica a 1,1 km de distância dos atuais reservatórios. Assim, será preciso verificar as possibilidades de adução de 1,1km até a futura ETA no local dos atuais reservatórios.

O Quadro 27 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 28.

Quadro 27 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para Bom Pastor

Manancial	Coordenadas UTM - Pontos avaliados		Área da bacia de contribuição (km²)	Vazões (L/s)	
	Sul	Leste		$Q_{7,10}$	$Q_{outorgável}$
Córrego Palmeiras	7.869.144 m	284.552 m	109,50	175,62	87,81

Fonte: SHS (2015)

Quadro 28 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para Bom Pastor e a demanda futura

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego Palmeiras	Total
2015	87,81	0,39
2016	87,81	0,38
2017	87,81	0,38
2018	87,81	0,37
2019	87,81	0,37
2020	87,81	0,37
2021	87,81	0,37
2022	87,81	0,37
2023	87,81	0,37
2024	87,81	0,37
2025	87,81	0,37
2026	87,81	0,37
2027	87,81	0,38
2028	87,81	0,38
2029	87,81	0,37
2030	87,81	0,37
2031	87,81	0,37
2032	87,81	0,37
2033	87,81	0,37
2034	87,81	0,37
2035	87,81	0,37
2036	87,81	0,38

Fonte: SHS (2015)

Como pode ser verificado no quadro apresentado, a vazão outorgável do novo manancial proposto é suficiente para atender às 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. Calixto

No distrito de Calixto, a captação da água destinada ao abastecimento público é realizada em manancial superficial e subterrâneo por meio de poços.

Foi constatado no diagnóstico que a água captada no local não passa por um processo adequado de tratamento. Além disso, a análise da qualidade da água de abastecimento feita pela COPASA indicou que alguns parâmetros não estão em conformidade com os valores recomendados pela Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde.

Baseando-se nesse quadro atual do sistema de abastecimento de água do distrito, é recomendado que sejam instaladas as estruturas de tratamento de água. Para tanto, é preciso realizar o estudo da qualidade da água bruta, com o intuito de se saber se o manancial utilizado é adequado para o abastecimento público e para se determinar a melhor forma de tratamento da água.

É preciso também instalar estruturas de retenção dos sólidos presentes na água captada no manancial superficial antes do processo de tratamento, para garantir melhor qualidade e eficiência no processo de tratamento.

Assim como no manancial superficial, é preciso que haja a manutenção do poço onde se faz a captação de água subterrânea. A Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER-MG) recomenda que seja feita a limpeza do poço ao menos uma vez ao ano.

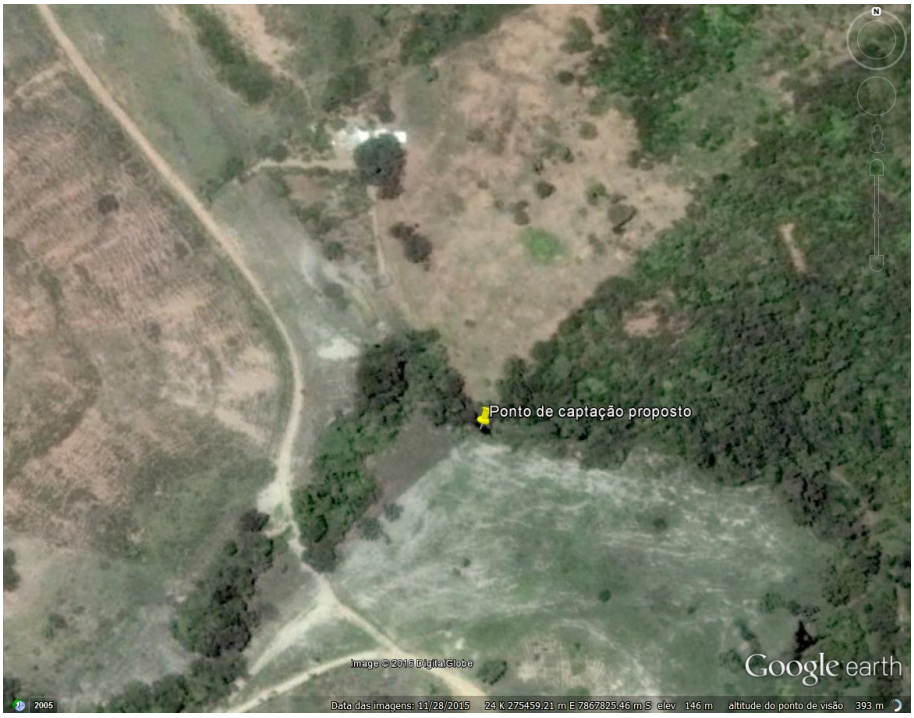
Além disso, o presente PMSB propõe um manancial superficial alternativo, para a captação, que seja adequado ao abastecimento público do distrito. Para tanto foram considerados os mesmos critérios que o foram para a sede do município.

Assim foi selecionado um ponto de captação no córrego Cruz Alta. A localização do ponto de captação sugerido é mostrada na Figura 34 e na Figura 35.

Figura 34 - Localização do novo ponto proposto para Calixto

Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

Figura 35 - Visão panorâmica do local proposto para Calixto



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

O local mostrado nas figuras fica a cerca de 2km de distância do distrito. Assim, será preciso verificar as possibilidade de adução de 2km até uma futura ETA.

O Quadro 29 apresenta os dados referentes ao manancial alternativo, 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 mostrado no Quadro 30.

Quadro 29 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para Calixto

Manancial	Coordenadas UTM - Pontos avaliados		Área da bacia de contribuição (km²)	Vazões (L/s)	
	Sul	Leste		$Q_{7,10}$	$Q_{outorgável}$
Córrego Cruz Alta	7.867.900 m	275.414 m	11,55	15,46	7,73

Fonte: SHS (2015)

Quadro 30 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para Calixto e a demanda futura

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego Cruz Alta	Total
2015	7,73	2,07
2016	7,73	2,04
2017	7,73	2,00
2018	7,73	1,95
2019	7,73	1,90
2020	7,73	1,88
2021	7,73	1,86
2022	7,73	1,85
2023	7,73	1,83
2024	7,73	1,79
2025	7,73	1,77
2026	7,73	1,73
2027	7,73	1,70
2028	7,73	1,65
2029	7,73	1,64
2030	7,73	1,64
2031	7,73	1,63
2032	7,73	1,62
2033	7,73	1,59
2034	7,73	1,59
2035	7,73	1,56
2036	7,73	1,52

Fonte: SHS (2015)

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

A qualidade do rio, no trecho em questão, é considerada de classe 2 conforme o PIRH – Bacia do Rio Doce (2010). Todavia, se for empreendida a captação, existe a necessidade de aferir se novamente à qualidade neste ponto.

2.2.1.4. Campo Alegre de Minas

No distrito de Campo Alegre de Minas a captação é feita no ribeirão Bananal também inserido na bacia de rio Manhuaçu.

Seguindo a mesma metodologia apresentada no item anterior, foi feita a comparação entre vazão outorgável e vazão captada. Antes, levantou-se que o município possui outorga para captar 5L/s no manancial em questão. O resultado é apresentado no Quadro 31.

Quadro 31 - Vazão no manancial utilizado para o abastecimento público de Campo Alegre de Minas

Manancial	$Q_{7,10}$ (L/s)	$Q_{outorgável}$ (L/s)	$Q_{captada}$ (L/s)
Ribeirão Bananal	2,2	1,1	5,0

Fonte: SHS, 2015

De acordo com a estimativa efetuada concluiu-se que a vazão outorgável do manancial seria de 1,1L/s. Considerando-se que o município possui licença para captar uma vazão maior do que a vazão passível de ser outorgada por lei, deparou-se com uma incongruência que deverá ser resolvida pelo município. Assim, recomenda-se que seja reanalisado o método de cálculo que foi empregado para se determinar a vazão que foi outorgada para ser captada. Este estudo é importante para se conhecer o limite de vazão que pode ser ofertada pelo manancial. Caso assim não se faça, o corpo hídrico corre o risco de secar. Além disso, o conhecimento da vazão máxima de água a ser captada é essencial para o gerenciamento adequado do sistema local de abastecimento público.

Considerando-se a vazão outorgável calculada a partir da delimitação da bacia de contribuição, foi comparada a oferta do manancial utilizado atualmente com a demanda de água futura por parte da população do distrito (Quadro 32).

Quadro 32 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura de Campo Alegre de Minas

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Ribeirão Bananal	
2015	1,1	0,8
2016	1,1	0,8
2017	1,1	0,7
2018	1,1	0,7
2019	1,1	0,7
2020	1,1	0,7
2021	1,1	0,6
2022	1,1	0,6
2023	1,1	0,6
2024	1,1	0,5
2025	1,1	0,5
2026	1,1	0,5
2027	1,1	0,5
2028	1,1	0,5
2029	1,1	0,4
2030	1,1	0,4
2031	1,1	0,4
2032	1,1	0,4
2033	1,1	0,4
2034	1,1	0,4
2035	1,1	0,4
2036	1,1	0,4

Fonte: SHS (2015)

Pode ser visto que a demanda diminui paralelamente à redução da população local ao longo dos anos. Conclui-se, portanto, que o manancial possui disponibilidade hídrica o suficiente para suprir a demanda.

Deve-se ressaltar porém, que a vazão de captação é maior que a demanda de água. De acordo com os dados do ano de 2015, existe uma diferença de 84% entre as duas vazões, devido à perda ao longo de uma adutora com extensão de 3km, que pode ser considerada uma extensão significativa. Considerando-se a mesma taxa de diferença no final do plano, a vazão de captação seria de 2,3L/s, o que mostra que a vazão de captação manter-se-á acima do recomendado.

Como foi mencionado anteriormente, é recomendado que haja uma reavaliação da vazão outorgada do manancial em uso, a fim de se averiguar se realmente aquele

valor é adequado para assegurar a proteção do mesmo. Ademais, é importante que seja feita a manutenção adequada e regular de toda a infraestrutura do sistema de abastecimento de água do distrito, para se evitar ao máximo que ocorra o desperdício de água e para que seja garantida a eficiência do processo de tratamento.

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

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 adotados para a sede do município.

Considerando-se estes critérios, foi selecionado um ponto de captação no córrego da Prata. A localização do ponto de captação sugerido é mostrada na Figura 36 e na Figura 37.

Figura 36 - Localização do novo ponto proposto para Campo Alegre de Minas

Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

Figura 37 - Visão panorâmica do local proposto para Campo Alegre de Minas

Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

O local mostrado nas figuras fica a 2,3km de distância da ETA. Assim, será preciso verificar as possibilidades de adução de 2,3km até a ETA.

O Quadro 33 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 34.

Quadro 33 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para Campo Alegre de Minas

Manancial	Coordenadas UTM - Pontos avaliados		Área da bacia de contribuição (km²)	Vazões (L/s)	
	Sul	Leste		$Q_{7,10}$	$Q_{outorgável}$
córrego da Prata	7.886.373 m	284.156 m	6,70	8,58	4,29

Fonte: SHS (2015)

Quadro 34 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para Campo Alegre de Minas e a demanda futura

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego da Prata	Total
2015	4,29	0,8
2016	4,29	0,8
2017	4,29	0,7
2018	4,29	0,7
2019	4,29	0,7
2020	4,29	0,7
2021	4,29	0,6
2022	4,29	0,6
2023	4,29	0,6
2024	4,29	0,5
2025	4,29	0,5
2026	4,29	0,5
2027	4,29	0,5
2028	4,29	0,5
2029	4,29	0,4
2030	4,29	0,4
2031	4,29	0,4
2032	4,29	0,4
2033	4,29	0,4
2034	4,29	0,4
2035	4,29	0,4
2036	4,29	0,4

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.

2.2.1.5. Independência

Quanto ao distrito de Independência, a captação é realizada no Córrego Visicatório, pertencente à sub-bacia Manhuaçu.

Assim como nos casos anteriores, foi utilizada a metodologia apresentada no item 2.2.1.1 para se comparar a vazão outorgável com a captada (Quadro 35).

Quadro 35 - Vazão no manancial utilizado para o abastecimento público de Independência

Manancial	$Q_{7,10}$ (L/s)	$Q_{outorgável}$ (L/s)	$Q_{captada}$ (L/s)
Córrego Visicatório	44,2	22,1	2,3

Fonte: SHS (2015)

Nos casos em que o curso d'água é regularizado pelo interessado a resolução nº 1548, de 29 de março 2012, da SEMAD e do IGAM permite que a vazão outorgada possa ser superior ao limite máximo estabelecido na 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 no distrito de Independência, pois, de acordo com o diagnóstico realizado no município, no local de captação de água, há uma barragem de captação.

Em seguida, foi feita a comparação entre a vazão outorgável e a demanda de água do distrito ano a ano até o fim do plano (Quadro 36).

Quadro 36 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura de Independência

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego Visicatório	
2015	22,1	1,1
2016	22,1	1,1
2017	22,1	1,1
2018	22,1	1,1
2019	22,1	1,1
2020	22,1	1,2
2021	22,1	1,2
2022	22,1	1,2
2023	22,1	1,2
2024	22,1	1,2
2025	22,1	1,2
2026	22,1	1,2

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego Visicatório	
2027	22,1	1,2
2028	22,1	1,2
2029	22,1	1,2
2030	22,1	1,2
2031	22,1	1,2
2032	22,1	1,2
2033	22,1	1,3
2034	22,1	1,3
2035	22,1	1,3
2036	22,1	1,3

Fonte: SHS (2015)

Verifica-se que a demanda aumenta ao longo dos anos, porém não excede o valor da vazão outorgável. É importante, no entanto, considerar que, devido à perdas de água ao longo da adução da água bruta, a vazão de captação é maior que a de demanda. Em 2015, por exemplo, a diferença entre as duas vazões é de 53%. Caso esta diferença se mantenha até o fim do plano, a vazão de captação em 2036 seria de aproximadamente 2,7L/s.

Este valor não excede a vazão outorgável. E, além disso, a barragem de captação permite que seja captada maior vazão. Porém, é importante que haja a verificação constante do funcionamento desta barragem, para 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 22,1L/s para o córrego Visicatório.

Ademais, deve haver a manutenção regular e adequada da infraestrutura do sistema de abastecimento de água, a fim de se minimizar ao máximo o desperdício de água ao longo da adução e para assegurar a eficiência do processo de tratamento.

Apesar da disponibilidade hídrica do local, no diagnóstico, foi constatado que o distrito apresenta alguns problemas em relação ao sistema de abastecimento atual.

Foi diagnosticada a falta de proteção do local de captação. É presenciado o acesso por banhistas no local, o que acaba por prejudicando a qualidade da água de abastecimento.

Ademais, há relatos por parte da população local de que recebem água turva nas suas residências. Este fato evidencia que problemas na rede de distribuição, uma vez que a água na saída da ETA possui parâmetros de qualidade adequados.

Considerando-se este cenário atual, deve-se haver a instalação de estruturas de proteção do manancial de captação. E também deve haver a manutenção da rede de distribuição. Assim como já foi apontado no diagnóstico, a COPASA tem planos de solucionar o problema por meio das descargas da rede. Caso este processo não seja suficiente, é recomendado que haja a aplicação de produtos químicos para a limpeza da rede e, como última alternativa, deve-se realizar a substituição da rede.

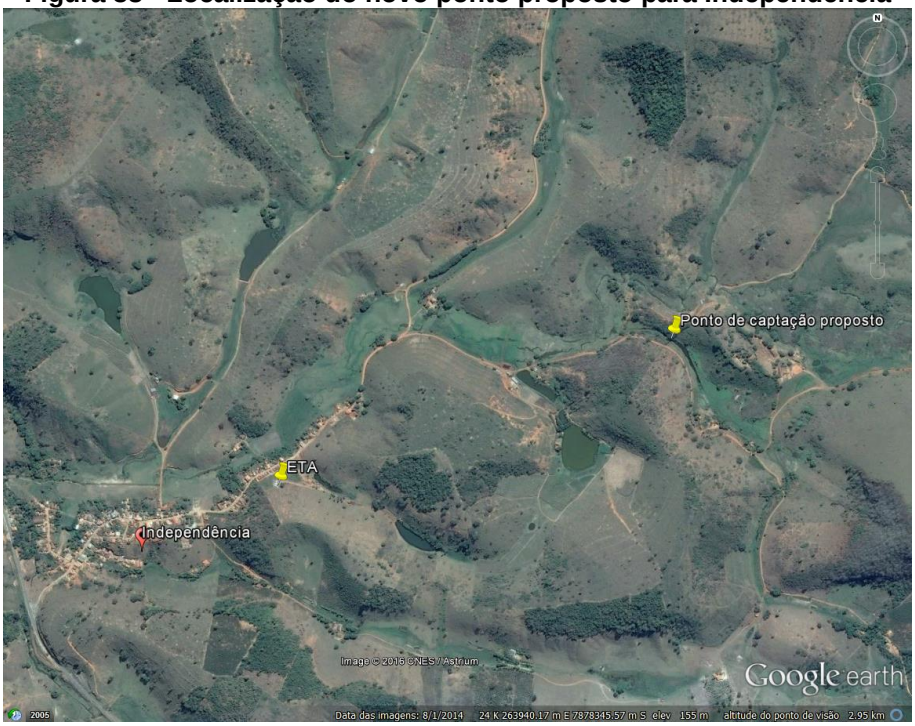
Paralelamente a estas ações de correção dos problemas atuais, deve haver a manutenção regular e adequada dos equipamentos utilizados no sistema de abastecimento de água, como medidas preventivas dos problemas nos sistema.

Quanto à qualidade da água do manancial utilizado para o abastecimento público, não foi encontrado nenhuma informação a respeito. Logo, é recomendado que sejam feitas análises da qualidade da água bruta, a fim de se conhecer se suas características são adequadas para ser utilizada para o abastecimento público.

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 Lambari. A localização do ponto de captação sugerido é mostrada na Figura 38 e na Figura 39.

Figura 38 - Localização do novo ponto proposto para Independência



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

Figura 39 - Visão panorâmica do local proposto para Independência

Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

O local mostrado nas figuras fica a cerca de 1,5km de distância da ETA. Assim, será preciso verificar as possibilidades de adução de 1,5kmm até a ETA.

O Quadro 37 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 mostrado no Quadro 38.

Quadro 37 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para Independência

Manancial	Coordenadas UTM - Pontos avaliados		Área da bacia de contribuição (km²)	Vazões (L/s)	
	Sul	Leste		$Q_{7,10}$	$Q_{outorgável}$
Córrego Lambari	7.878.668 m	264201 m	20,60	28,90	14,45

Fonte: SHS (2015)

Quadro 38 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para Independência e a demanda futura

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego São Sebastião	Total
2015	14,45	1,1
2016	14,45	1,1
2017	14,45	1,1
2018	14,45	1,1
2019	14,45	1,1
2020	14,45	1,2
2021	14,45	1,2
2022	14,45	1,2
2023	14,45	1,2
2024	14,45	1,2
2025	14,45	1,2
2026	14,45	1,2
2027	14,45	1,2
2028	14,45	1,2
2029	14,45	1,2
2030	14,45	1,2
2031	14,45	1,2
2032	14,45	1,2
2033	14,45	1,3
2034	14,45	1,3
2035	14,45	1,3
2036	14,45	1,3

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.

2.2.1.6. Nicolândia

A captação do distrito de Nicolândia é realizada no córrego da Paciência, localizada na sub-bacia de Manhuaçu.

Aplicando-se a metodologia apresentada no item 2.2.1.1, foi analisada a vazão outorgável e captada atualmente no córrego (Quadro 39).

Quadro 39 - Vazão no manancial utilizado para o abastecimento público de Nicolândia

Manancial	$Q_{7,10}$ (L/s)	$Q_{outorgável}$ (L/s)	$Q_{captada}$ (L/s)
Córrego da Paciência	3,2	1,6	3,7

Fonte: SHS (2015)

Como pode ser vista no quadro apresentado, a vazão captada excede o valor da vazão outorgável, o que pode prejudicar na preservação do manancial. Além disso, pode haver risco de escassez hídrica nas épocas de estiagem, devido à baixa contribuição da água da chuva para o aumento do volume do manancial.

Para se saber se o manancial utilizado atualmente será capaz de suprir as demandas futuras, foi feita a comparação entre a vazão outorgável e a demanda de água ao longo do plano (Quadro 40).

Quadro 40 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura de Nicolândia

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego da Paciência	
2015	1,6	0,9
2016	1,6	0,9
2017	1,6	0,8
2018	1,6	0,8
2019	1,6	0,8
2020	1,6	0,8
2021	1,6	0,8
2022	1,6	0,7
2023	1,6	0,7

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego da Paciência	
2024	1,6	0,7
2025	1,6	0,6
2026	1,6	0,6
2027	1,6	0,6
2028	1,6	0,6
2029	1,6	0,6
2030	1,6	0,5
2031	1,6	0,5
2032	1,6	0,5
2033	1,6	0,5
2034	1,6	0,5
2035	1,6	0,5
2036	1,6	0,5

Fonte: SHS (2015)

Como pode ser verificada, a vazão de demanda não ultrapassa o valor da vazão outorgável. No entanto, assim como nos outros casos estudados, há evidências de perda de água ao longo da adução da água bruta até a ETA, o que leva a uma diferença significante entre a vazão de captação e de demanda. Em 2015, esta diferença é de 76%. Considerando-se a mesma taxa, ao fim do plano, a vazão de captação seria de aproximadamente 1,9L/s.

Logo, prevê-se que a vazão de captação se manteria a cima do recomendado em relação à vazão outorgável. Conclui-se, portanto, que é necessário realizar a manutenção regularmente no sistema de adução, a fim de se minimizar as perdas de água neste processo.

Em relação ao estudo da qualidade da água do manancial, não foram encontrados dados a respeito do trecho do córrego utilizado para a captação, impossibilitando concluir se o corpo hídrico utilizado para o abastecimento público seja adequado para tal finalidade. Sendo assim, é preciso que se façam análises laboratoriais da qualidade da água captada, a fim de se averiguar se a água de abastecimento apresenta uma qualidade apropriada para ser destinada ao abastecimento público.

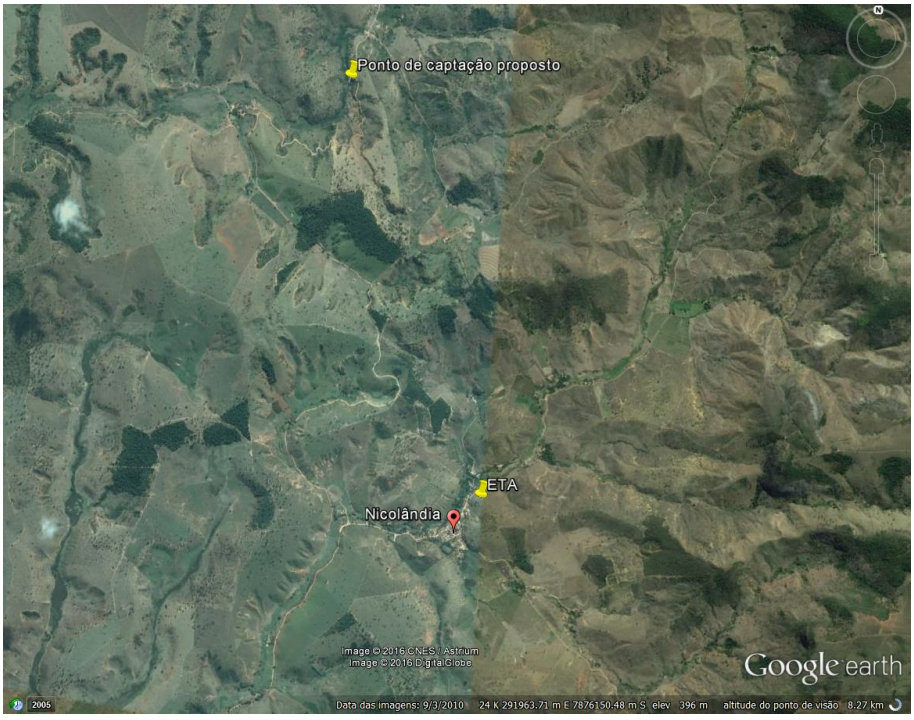
Quanto a outros mananciais alternativos para os distritos, ao se avaliar, de forma preliminar, as condições de viabilidade econômico-financeira e de segurança no que

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

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

Considerando-se estes critérios, foi selecionado um ponto de captação no córrego Palmeiras. A localização do ponto de captação sugerido é mostrada na Figura 40 e na Figura 41.

Figura 40 - Localização do novo ponto proposto para Nicolândia



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

Figura 41 - Visão panorâmica do local proposto para Nicolândia

Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

O local mostrado nas figuras fica a cerca de 4,2km de distância da ETA. Assim, será preciso verificar as possibilidade de adução de 4,2kmm até a ETA.

O Quadro 41 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 42.

Quadro 41 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para Nicolândia

Manancial	Coordenadas UTM - Pontos avaliados		Área da bacia de contribuição (km²)	Vazões (L/s)	
	Sul	Leste		$Q_{7,10}$	$Q_{outorgável}$
Córrego Palmeiras	7.877.807 m	289.686 m	52,78	79,84	39,92

Fonte: SHS (2015)

Quadro 42 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para Nicolândia e a demanda futura

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego Palmeiras	Total
2015	39,92	0,9
2016	39,92	0,9
2017	39,92	0,8
2018	39,92	0,8

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego Palmeiras	Total
2019	39,92	0,8
2020	39,92	0,8
2021	39,92	0,8
2022	39,92	0,7
2023	39,92	0,7
2024	39,92	0,7
2025	39,92	0,6
2026	39,92	0,6
2027	39,92	0,6
2028	39,92	0,6
2029	39,92	0,6
2030	39,92	0,5
2031	39,92	0,5
2032	39,92	0,5
2033	39,92	0,5
2034	39,92	0,5
2035	39,92	0,5
2036	39,92	0,5

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.

2.2.1.7. Áreas rurais

Em relação às alternativas isoladas empregadas nas áreas rurais, como foi levantado no diagnóstico, na maioria dos casos é empregada a solução de captações em mananciais subterrâneos (poços) para o abastecimento das residências. De acordo com as informações coletadas, grande parte da água captada é tratada. No entanto, há registro de famílias que recebem diretamente, nas suas residências, águas captadas em poços, nascentes ou em outras fontes sem receber nenhum tipo de tratamento prévio. Nesses casos, é preciso que sejam implementadas medidas simples de tratamento da água de abastecimento nestes locais.

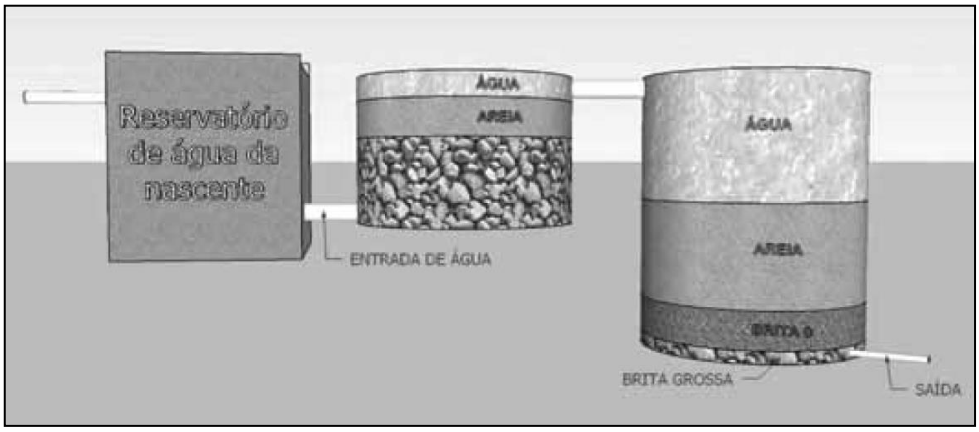
Para os casos em que são utilizadas as nascentes para a captação de água, é recomendado que seja implementado um sistema de filtração seguido de desinfecção por cloro. Este sistema seria composto pelas etapas de captação, reservação da água bruta, pré-filtração, filtração lenta e cloração. A Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER-MG) fornece informações mais detalhadas sobre este método de tratamento de água.

De acordo a EMATER, após a captação, a água bruta deve ser armazenada em um reservatório. Após a reservação, a água bruta deve passar 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 42 mostra o esquema completo do sistema de filtração descrito.

Figura 42 - Esquema geral de filtragem de água de uma nascente



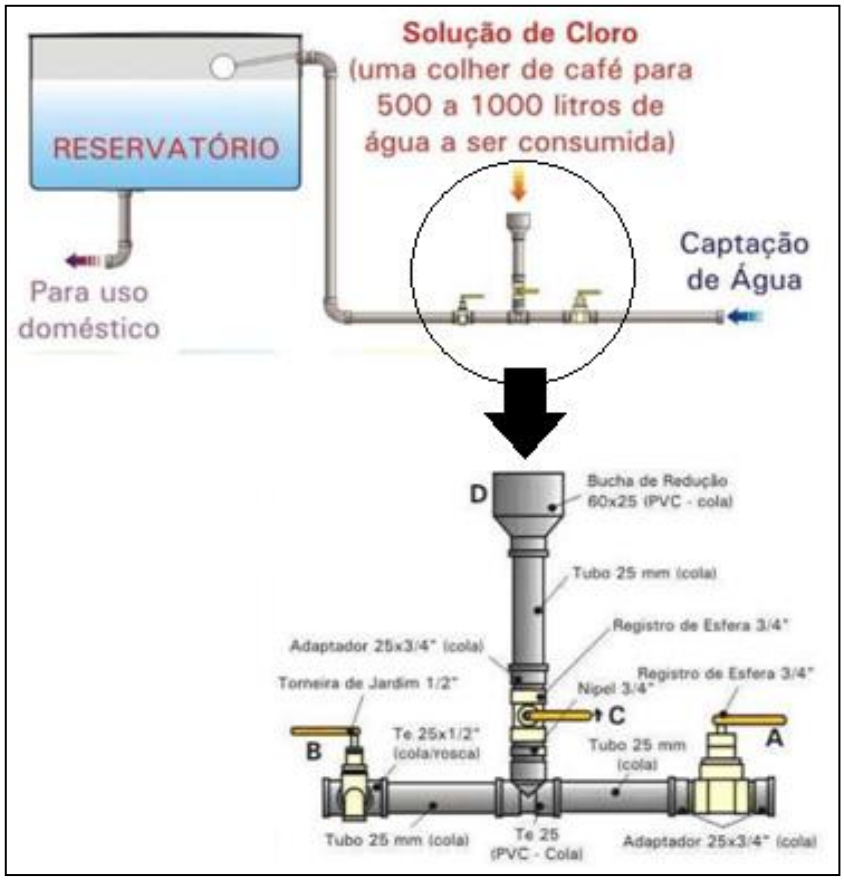
Fonte: EMATER-MG (2012)

Posteriormente ao tratamento por meio de filtração, conforme descreve 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.

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 formas de aplicação do cloro seria o uso do *Clorador EMBRAPA*. Este equipamento de adição de cloro pode ser construído com baixo custo (aproximadamente R$ 50,00) e utilizando-se materiais de fácil acesso (casas de construção). O funcionamento se dá pela aplicação diária de 1,5g a 2g de hipoclorito de cálcio a cada metro cúbico de água, atendendo assim à Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde. A Figura 43 ilustra esquematicamente como se dá este processo de cloração.

Figura 43 - Esquema do sistema de cloração desenvolvido pela Embrapa



Fonte: Embrapa (2013)

Quanto aos abastecimentos realizados por captação em poços, a EMATER-MG recomenda que sejam feitas a limpeza e a desinfecção dos poços, assim como a cloração da água captada antes do consumo.

De acordo com EMATER-MG, a limpeza deve ser feita ao menos uma vez ao ano. Quanto à cloração da água, pode-se utilizar a mesma estrutura do *Clorador EMBRAPA*, mostrado na Figura 43. Neste caso, porém, a água seria captada do poço, haveria a adição do cloro e então o armazenamento no reservatório para o posterior consumo.

2.3. Objetivos, metas, ações e estimativa de custos

Para o sistema de abastecimento de água foram propostos cinco objetivos específicos, de acordo com os aspectos do SAA e com as características de Resplendor 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 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 43 são apresentadas as metas para cada objetivo proposto, de forma sistematizada, além dos prazos para que cada meta seja atingida.

Quadro 43 - Objetivos e metas do Sistema de Abastecimento de Água

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 *per capita.*	Imediato
	2.2. Garantir o alcance do índice de perdas em 15%.	Curto
	2.3. Manter índice de perdas em 15%	Médio
	2.4. Manter 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 estratégico e sustentabilidade, além de definir instrumentos legais que garantam a regulação do mesmo e a observação das diretrizes aprovadas no presente PMSB.	3.1. Adequar o sistema gerencial do SAA por meio do planejamento estratégico e da sistematização e interação das atividades de operação, ampliação e modernização da infraestrutura e da gestão político-institucional e financeira do setor.	Curto
	3.2. Alcançar um desempenho financeiro satisfatório.	Médio
	3.3. Alimentar o sistema de informações do SAA com indicadores atualizados, respeitando a periodicidade dos mesmos.	Longo

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

O Quadro 44 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$ 12.742.000,00** (doze milhões, setecentos e quarenta e dois mil reais).

Quadro 44 - Orçamento e plano de execução das ações do Sistema de Abastecimento de Água

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
1.1.1.01	**Ação 1:** Realizar cadastro minucioso do sistema de abastecimento de água da sede.	X				160.000,00	***C= Estimativa mínima de rede a ser cadastrada x *custo unitário (m) de cadastro de rede.*** Fonte: Banco de Obras e Serviços da SABESP, 2015, ref: *cadastro de redes=R$ 2,28/m Estimativa mínima a ser cadastrada: 70 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				280.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
1.1.1.03	**Ação 3:** Realizar obras para atender aos projetos da Ação 1.1.1.02.	X	X			1.500.000,00	***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				500.000,00	***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: 220 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				360.000,00	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			2.500.000,00	***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	60.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 490 horas

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
1.1.2.08	**Ação 8:** Fazer cadastro minucioso de todos os sistemas presentes nas localidades rurais agrupadas (captação, adução, tratamento, reservação e rede de distribuição).	X				200.000,00	***C= Estimativa mínima de rede a ser cadastrada x *custo unitário (m) de cadastro de rede*** Fonte: Banco de Obras e Serviços da SABESP, 2015, ref: *cadastro de redes=2,28/m Estimativa mínima a ser cadastrada: 90 km
1.1.2.09	**Ação 9:** Avaliar os sistemas, a partir do cadastro, quanto a sua funcionalidade e necessidade de novas instalações e ampliações.	X				60.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Sênior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 235,64 Quantidade mínima de horas de dedicação: 85 horas/ano
1.1.2.10	**Ação 10:** Projetar, a partir da avaliação, as novas instalações e ampliações necessárias.	X				300.000,00	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= 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 dos cadastros minuciosos 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				40.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Sênior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 235,64 Quantidade mínima de horas de dedicação: 60 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

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
1.1.4.14	**Ação 14:** Cadastrar as propriedades rurais isoladas de acordo com o tipo de captação, tipo de tratamento, infraestrutura instalada e demanda da propriedade (Programa de Aferição da Qualidade da Água Rural).	X				130.000,00	***C= Estimativa mínima de rede a ser cadastrada x *custo unitário (m) de cadastro de rede*** Fonte: Banco de Obras e Serviços da SABESP, 2015, ref: *cadastro de redes=2,28/m Estimativa mínima a ser cadastrada: 60 km
1.1.4.15	**Ação 15:** Suprir a demanda estrutural das propriedades cadastradas (Programa de Aferição da Qualidade da Água Rural).	X	X			500.000,00	***C= n° domicílios rurais x custo unitário de cisterna*** Fonte: Leroy Merlin 2016 ref:R$ 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	X	X	X	200.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Sênior*) x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 235,64 Quantidade mínima de horas de dedicação: 280 horas/ano
1.2.4.20	**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	*	

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
1.2.3.21	**Ação 21:** Reavaliar a setorização dos sistemas do município para equalização das pressões, com delimitação de bairros e setores a fim de reduzir problemas na distribuição e diminuir as perdas e paralisações.	X	X			30.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Sênior)* x horas trabalhadas *** Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 235,64 Quantidade mínima de horas de dedicação: 130 horas
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	*	

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
1.3.1.27	**Ação 27:** Atualizar a legislação municipal com estabelecimento de diretrizes para novos empreendimentos imobiliários, de forma a planejar melhor a expansão dos sistemas de abastecimento de água.	X				*	
1.3.1.28	**Ação 28:** Avaliar constantemente o quadro de funcionários para verificar a necessidade de contratações frente às novas instalações e ampliações dos sistemas.	X	X	X	X	*	
1.3.1.29	**Ação 29:** Realizar com periodicidade programada a capacitação dos funcionários (atuais e novos) conforme as novas instalações dos sistemas de abastecimento de água, substituições e novas práticas.	X	X	X	X	130.000,00	***C= valor homem-hora (técnico)* x horas treinamento x frequência de treinamento*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 71,98 Quantidade mínima de treinamento: 1/ano Quantidade de profissionais participante: 10 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

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
1.3.2.34	**Ação 34:** Avaliar continuamente gastos com energia elétrica do sistema, realizando substituição de equipamentos que tenham maior consumo energético por equipamentos de menor consumo.	X	X	X	X	50.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 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
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, consequentemente, 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 e distritos que tem.	X				130.000,00	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 (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
1.4.1.39	**Ação 39:** Executar obras da Central de Gerenciamento de Resíduos da ETA.	X				250.000,00	***C= estimativa do tamanho mínimo necessário x custo unitário obra civil*** Fonte: Banco de preços de obras e serviços de engenharia da SABESP, 2015 ref: Colocação de tijolo no leito de secagem R$ 14,00 m²
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				50.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 410 horas/ano
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	50.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 410 horas

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
1.4.3.45	**Ação 45:** Verificar os prazos de validade e promover estudos complementares para manutenção das portarias de outorga de direito de uso dos recursos hídricos e das licenças ambientais.	X	X	X	X	*	
1.5.1.46	**Ação 46:** Realizar periodicamente eventos públicos (como audiências), com o intuito de informar a população sobre a situação dos SAAs no município e receber sugestões/reclamações.	X	X	X	X	75.000,00	***C=número de eventos X preço das conveniências*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R$ 27,00/pessoa N° eventos: 4/ano N° médio de participantes: 35 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 munícipio.	X	X	X	X	75.000,00	***C=número de eventos X preço das conveniências*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R$ 27,00/pessoa N° eventos: 4/ano N° médio de participantes: 35 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 (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
1.5.3.50	**Ação 50:** Implementar um Sistema de Atendimento ao Consumidor (SAC) e cadastro das reclamações da população feitas à prefeitura, sobre questões relacionadas ao SAA, buscando o atendimento às demandas de maneira mais rápida e eficiente do praticado atualmente.	X	X	X	X	1.100.000,00	***C=homem-hora (analista de suporte técnico sênior)* x horas trabalhadas + homem-hora (administrador de banco de dados)** x horas trabalhadas + homem-hora (secretária plena nível superior)***x horas trabalhadas*** Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R$ 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 *feedbacks* dos serviços prestados, de maneira a verificar os pontos passíveis de melhorias.	X	X	X	X	160.000,00	***C=SM*x n° entrevistadoresx20 anos*** *SM: valor do salário mínimo nacional vigente pago uma vez ao ano N° de entrevistadores: 10 pessoas

(s/o/m/a) = nº do setor / nº do objetivo / nº da meta / nº da ação. **R$ 12.742.000,00**

*Dependente de outras ações que possuem custos próprios estimados

2.4. Detalhamento de programas, projetos e ações

2.4.1. Programa "Caça Gato"

O Programa "Caça Gato" 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. Sede

A ampliação do sistema de abastecimento da sede está representada principalmente pelas ações *1.1.1.01*, *1.1.1.02* e *1.1.1.03*. A partir dos levantamentos do diagnóstico e dos eventos públicos (seminários e oficinas), percebeu-se que o sistema necessita:

1. Buscar novas captações de água.
2. Caso seja captação superficial, estudar a possibilidade de construir barramento para garantir demandas futuras.
3. Fazer nova adutora.
4. Realizar obras do barramento.
5. Realizar ampliação da ETA e estudar a possibilidade de fazer outra ETA para a outra margem.

2.4.3. Bom Pastor

Em Bom Pastor 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 teste de vazão no poço.
2. Analisar a água para verificar as atuais condições do poço em funcionamento, que aparentemente apresenta excesso de sais.
3. Implantar tratamento adequado das águas.
4. Automatizar o sistema.
5. Verificar condições da rede de distribuição e substituir e/ou ampliar, se necessário.
6. Implantar padrões de água com cavaletes para hidrômetros.
7. Avaliar necessidade de cobrança dos usuários.
8. Perfurar e equipar outro poço para que funcione como reserva do sistema.

2.4.4. Campo Alegre de Minas

Em Campo Alegre de Minas 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. Melhorar a captação da água, principalmente com reforma completa do sistema de captação e estudar barramento do curso para garantir oferta para demanda futura.
2. Reformar ou substituir adutora, com possibilidade de novo traçado.
3. Realizar obras do barramento.
4. Realizar ampliação da ETA.

2.4.5. Calixto

Em Calixto 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 teste de vazão no poço.

2. Analisar a água para verificar as atuais condições do poço em funcionamento, que aparentemente apresenta excesso de sais.
3. Estudar concepção das captações do distrito a fim de aperfeiçoar o sistema, já que possui muitas captações.
4. Implantar tratamento adequado das águas.
5. Caso opte-se por continuar com captações superficiais, estudar a possibilidade de barramento do curso para garantir atendimento de demanda futura.
6. Realizar obras do barramento.
7. Caso opte-se por continuar com captações subterrâneas, perfurar e equipar outro poço para ter a função de reserva.

2.4.6. Independência

Em Independência 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. Melhorar a captação da água, principalmente com reforma do barramento do curso para garantir oferta para demanda futura.
2. Estudar nova captação de água para atender demanda futura e em períodos de estiagem extrema.
3. Verificar condições da rede de distribuição e substituir e/ou ampliar, pois se verificou que a rede estava contaminando a água.
4. Realizar ampliação da ETA.

2.4.7. Nicolândia

Em Nicolândia 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. Melhorar a captação da água, principalmente com reforma do barramento do curso para garantir oferta para demanda futura.
2. Verificar condições da rede de distribuição e substituir e/ou ampliar, pois verificou-se que a rede estava contaminando a água.
3. Realizar ampliação da ETA.

2.4.8. Localidades rurais

No município existem localidades rurais que utilizam tanto captações superficiais quanto subterrâneas, conforme identificado no diagnóstico.

Em cada localidade deverão ser coletadas, inicialmente, informações quanto à situação atual de abastecimento de água, principalmente relacionada à infraestrutura instalada e ao índice de atendimento da demanda. Posteriormente, será necessário avaliar as condições de reaproveitamento dos equipamentos e a solução ideal para cada localidade, ou seja, implantar uma solução coletiva ou soluções individuais, resolver qual manancial deve ser explorado, decidir sobre o tipo de tratamento, etc.

A seguir são apresentadas as possíveis situações das localidades e quais ações devem ser tomadas em cada uma delas.

2.4.8.1. Sistema de abastecimento coletivo com captação subterrânea

Existem sistemas de abastecimento no município que utilizam o manancial subterrâneo, portanto, em locais onde já existem as captações seriam necessárias as seguintes ações:

1. Efetuar novo teste de vazão no poço.
2. Analisar a água para verificar as atuais condições do poço em funcionamento.
3. Implantar tratamento adequado das águas (geralmente apenas cloretação e fluoretação).
4. Verificar a capacidade de reservação e substituir e/ou ampliar a 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).

2.4.8.2. Sistema de abastecimento coletivo com captação superficial

Existem localidades rurais que utilizam captações em nascentes e/ou cursos d'água, portanto, em locais onde já existem as captações seriam necessárias as seguintes ações:

1. Efetuar novo estudo de oferta do manancial já explorado.
2. Analisar a água para verificar as atuais condições.
3. Implantar tratamento adequado das águas.
4. Verificar a capacidade de reservação e substituir e/ou ampliar a 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).

2.4.8.3. Abastecimento de água individualizado

Existem localidades rurais onde agrupamentos estão se formando ou já estão estabelecidos, entretanto 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 cloretação e fluoretação).
            2. Verificar a capacidade de reservação e substituir e/ou ampliar a 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 a 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).

2.4.8.4. Horácio

Em Horácio o SAA está representado principalmente pelas ações *1.1.1.08*, *1.1.1.09* e *1.1.1.10*. 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 já explorado.
2. Analisar a água para verificar as atuais condições.
3. Implantar tratamento adequado das águas.
4. Aumentar a capacidade de reservação.
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).

2.4.9. 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 consequentemente, 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**: **i**niciar 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

Somente a sede do município conta com sistemas de esgotamento sanitário operados pela COPASA, os distritos e comunidades estão a cargo da Prefeitura Municipal.

Conforme ARSAE-MG (2014), a situação da cobertura do sistema em Resplendor, é: 50,11% de coleta e tratamento; 10,13% sem coleta e sem tratamento e 39,76% somente coleta, sendo que as áreas não cobertas pelo sistema de

esgotamento sanitário são: parte do Bairro São Sebastião, parte do Centro e parte do Bairro Antônio de Matos.

Assim, ainda que parcialmente, o sistema já conta com coleta, afastamento e tratamento dos esgotos, entretanto a eficiência na remoção de DBO apresentou uma média de 71%, considerada baixa.

A maior parte da população da sede tem seus esgotos coletados, porém nem todos os esgotos coletados são tratados, o que submete toda a população e os recursos naturais do município a essa deficiência do sistema municipal de esgotamento sanitário. No distrito e nas áreas rurais a situação é ainda pior, pois praticamente não há coleta, e os esgotos coletados não são tratados.

3.1.2. Situação atual do sistema

Na sede há rede coletora por sistema isolado absoluto, ou seja, não há mistura de água pluvial e esgoto sanitário. Entretanto, há casos em que a separação não é feita, havendo lançamento de águas pluviais na rede de esgotos. Como não existe legislação específica, não há fiscalização.

O sistema consiste em 36,97km de rede coletora e um interceptor de 6.167 metros de extensão, em tubulação de diâmetro DN 150 mm e DN 200 mm. O Anexo 3 apresenta o croqui do sistema de esgotamento sanitário da sede de Resplendor. Para o afastamento e caminhamento dos esgotos tem-se 12 estações elevatórias de esgoto (EEE), conforme Quadro 45.

Quadro 45 - Informações e indicadores financeiros

Estação Elevatória	Quantidade conjunto moto-bomba	Bombeamento
EEE MD 01 – Benedito Quintino, 747	02 Bombas DP 3045-180MT Potência: 1,3kW Vazão: 3,3 l/s	EEE MD 06
EEE MD 02 – Getúlio Vargas, 268	02 Bombas DP 3140-180HT Potência: 11,2 kW Vazão: 18,78 l/s	EEE MD 03
EEE MD 03 – São José, 115	02 Bombas NP 3127-180HT Potência: 7,5 kW Vazão: 23,9 l/s	EEE MD 04
EEE MD 04 – Olegário Maciel, 1285	02 Bombas NP 3127-180LT Potência: 7,5 kW Vazão: 37,72 l/s	EEE Final – ETE MD
EEE MD 05 – Beco da Estação, 10	02 Bombas DP 3045-180MT Potência: 1,3 kW Vazão: 3,5 l/s	EEE MD 06
EEE MD 06 – Benedito Quintino, 49	02 Bombas DP 3045-180MT Potência: 1,3 kW Vazão: 3,5 l/s	EEE MD 02
EEE MD Final – Afrânio IBC	02 Bombas ABS Potência: 5cv Vazão: 25 l/s	Tratamento – ETE MD
EEE ME 01 – Manoel de Paula Fraga, 10	02 Bombas DP 3045-180MT Potência: 1,3kW Vazão: 5,05 l/s	EEE ME 02
EEE ME 02 – Manoel de Paula Fraga, 269	02 Bombas DP 3045-180MT Potência: 1,3kW Vazão: 5,32 l/s	EEE ME 03
EEE ME 03 – Astrogenes P. Vieira, 188	02 Bombas CP 3085-182HT Potência: 3kw Vazão: 11,85 l/s	EEE ME 04
EEE ME 04 – Plínio C. Novais, 01	02 Bombas NP 3127-180MT Potência: 7,5kW Vazão: 15,7 l/s	EEE Final – ETE ME
EEE ME Final – Jacob Schwenk	02 Bombas ABS Robusta Potência: 2,2kW Vazão: 13,3 l/s	Tratamento – ETE ME

Fonte: Arsae-Mg (2014)

O esgoto coletado na margem direita do rio Doce é afastado para a Estação de Tratamento de Esgoto específica para a margem direita (UTM 24K, 263.451m O, 7.860.142m S). O mesmo acontece com a margem esquerda (UTM 24K, 264.311m O, 7.860.024m S), ou seja, são dois sistemas separados, um para cada margem do rio Doce. Ambas as ETEs são dotadas de grade manual, caixa de areia, reator anaeróbio, decantador, leito de secagem, queimador de gás. A ETE da margem direita tem capacidade nominal de tratamento de 25 L/s e vazão tratada de 5,7 L/s, enquanto que a da ETE da margem esquerda tem capacidade para 8,64 L/s e trata 6,1 L/s.

Figura 44 - ETE margem direita

Fonte: SHS (2015)

Figura 45 - ETE margem esquerda

Fonte: SHS (2015)

Os resíduos gerados em ambas as ETEs são dispostos no aterro sanitário do município.

3.1.3. Soluções alternativas empregadas

No município de Resplendor, a sede tem rede coletora de esgoto e ETE. Em contrapartida, as propriedades rurais isoladas utilizam fossas, em sua maioria rudimentares, ou realizam lançamentos em corpos hídricos.

As demais áreas urbanizadas como os distritos e os aglomerados de casas menores, como Horácio, têm soluções distintas.

3.1.3.1. Bom Pastor

Em Bom Pastor não há rede coletora de esgotos, sendo que cada residência tem sua solução individual para o esgotamento sanitário, em sua maioria são lançamentos individuais no ribeirão Resplendor sem tratamento prévio.

3.1.3.2. Calixto

O distrito de Calixto conta com rede coletara de esgoto, todavia não há uma rede única e interligada, são redes que coletam em algumas ruas e lançam, sem tratamento, nos corpos hídricos mais próximos (Figura 46). No distrito, o córrego Calixto é o principal corpo receptor dos esgotos.

Figura 46 - Lançamentos individuais em Calixto

Fonte: SHS (2015)

Em 2011 a Fundação Vale elaborou um Projeto Executivo de Esgotamento Sanitário da Vila Calixto que contempla:

- Rede coletora e transporte de esgotos sanitários;
- Três travessias pelo córrego Calixto, para evitar necessidade de estação elevatória;
- Tratamento em reator UASB, filtro biológico percolador e decantador secundário;
- Lançamento no córrego Calixto a jusante do povoado.

O valor final deste projeto foi estimado em 1,62 milhões de reais, no entanto o mesmo não foi implantado no distrito.

3.1.3.3. Campo Alegre

Semelhante ao distrito de Calixto, Campo Alegre de Minas tem rede coletora de esgoto onde apenas parte da população está ligada e apresenta lançamentos dos esgotos *in natura* no ribeirão Bananal. As residências que não são ligadas à rede têm como “solução” fossas rudimentares ou lançamentos individuais no ribeirão Bananal ou em seus afluentes tais como córrego Campo Alegre e córrego do Raimundo.

3.1.3.4. Horácio

Horácio não tem rede coletora de esgotos, sendo que cada domicílio tem sua solução individual para o esgotamento sanitário, em sua maioria são fossas rudimentares.

3.1.3.5. Independência

Independência é um distrito que tem rede coletora que coleta a maior parte dos esgotos, sendo que ainda há alguns lançamentos individualizados no córrego das Mangueiras, no córrego da Paçoca e no córrego Visicatório.

O lançamento principal de esgotos do distrito fica próximo à ponte da rodovia BR-259 localizado na altura da confluência dos córregos da Paçoca e Visicatório (Figura 47). Conforme relato do funcionário da prefeitura responsável pelo setor no distrito, iniciou-se a implantação de uma ETE enterrada em local próximo ao ponto de lançamento, porém não se sabe que tipo de tratamento, apenas que está inoperante, inacabada e funcionando como caixa de passagem (Figura 48).

Figura 47 - Local do principal lançamento de esgotos do Independência

Fonte: SHS (2015)

Figura 48 - ETE inacabada e inoperante de Independência

Fonte: SHS (2015)

3.1.3.6. Nicolândia

A situação do SES de Nicolândia é semelhante ao de Calixto, conta com rede coletora de esgoto, mas não há uma rede única e interligada. São redes que coletam em algumas ruas e lançam, sem tratamento, nos corpos hídricos que passam pelas proximidades (Figura 49). Em Nicolândia, o córrego Santa Cruz e o córrego Resplendorzinho são os principais corpos receptores dos esgotos.

Figura 49 - Lançamento de esgoto em Nicolândia

Fonte: SHS (2015)

3.1.4. Análise de corpos receptores

O corpo hídrico receptor do esgoto produzido na sede de Resplendor é o rio Doce, sendo o único curso hídrico no município a receber os lançamentos de esgoto após tratamento prévio. Como já mencionado, o rio Doce neste trecho é considerado de classe 2.

Por outro lado, o ribeirão Resplendor, o córrego Calixto, o córrego da Paçoca, o córrego Resplendorzinho, o córrego Santa Cruz e o córrego Visicatório são alguns dos corpos hídricos que recebem esgotos *in natura*, o que é considerado um grande passivo ambiental. Ressalta-se que não há pontos de monitoramento de quantidade e/ou qualidade da água nestes cursos d'água.

Todos os lançamentos de esgoto do município só deveriam ser efetuados depois do tratamento, mas existem situações de maior risco à população, tais como a do córrego Calixto (Figura 50), córrego Santa Cruz (Figura 51) e córrego Campo Alegre (Figura 52) nos quais o tratamento ganha maior importância, uma vez que estes cursos d'água passam atrás de moradias, onde crianças e animais estão em contínuo contato com as águas contaminadas. Já o lançamento da sede está mais distante da população, o que não diminui os impactos que causa ao meio biótico, ao patrimônio paisagístico e ao potencial turístico do município e da bacia hidrográfica.

Figura 50 - Córrego Calixto

Fonte: SHS (2015)

Figura 51 - Córrego Santa Cruz

Fonte: SHS (2015)

Figura 52 - Córrego Campo Alegre

Fonte: SHS (2015)

3.1.5. Identificação de fundos de vale

O sistema de esgotamento da sede já contempla a coleta total dos esgotos e tem o afastamento até uma ETE através de estações elevatórias. Sendo assim, acredita-se que não há necessidade de identificar novos fundos de vale, seja para implantação de EEs, seja para a de ETEs. Todavia nos distritos, onde não há coleta total dos esgotos, estações elevatórias ou estações de tratamento, foram identificados os seguintes fundos de vale.

3.1.5.1. Nicolândia

- Fundo de Vale 1 - Córrego Resplendorzinho mais a jusante do Fundo de Vale 2. (UTM 24K, 290.008m O, 7.873.795m S)

- Fundo de Vale 2 - Onde se tem a confluência do córrego Santa Cruz com o córrego Resplendorzinho. (UTM 24K, 290.726m O, 7.873.608m S)

Figura 53 - Fundos de Vale identificados para Nicolândia

Fonte: GoogleEarth (2015)

Avalia-se que o Fundo de Vale 1, como está mais a jusante e por ser um ponto mais baixo, pode ser o local mais indicado para uma ETE ou estação elevatória final. Já no Fundo de Vale 2, como se tem a confluência dos dois corpos receptores, provavelmente será um possível local de encontros de interceptores de esgoto.

3.1.5.2. Independência

- Fundo de Vale - Onde se tem a ETE inoperante. (UTM 24K, 261.976m O, 7.878.144m S).

Figura 54 - Fundos de Vale identificados para Independência

Fonte: GoogleEarth (2015)

Identifica-se que o distrito tem um ponto ótimo de fundo de vale, onde já se tem uma ETE inoperante. Salienta-se ainda que a declividade está toda voltada para o local, portanto acredita-se que o esgoto do distrito poderá ir todo para esse ponto por gravidade.

3.1.5.3. Horácio

- Fundo de Vale - Próximo à rodovia, antes de chegar à comunidade para quem vem de Resplendor. (UTM 24K, 266.348m O, 7.863.885m S).

Figura 55 - Fundo de Vale identificado para Localidade de Horácio

Fonte: GoogleEarth (2015)

Acredita-se que o Fundo de Vale (para Horácio) seja o local mais indicado para a implantação de uma ETE ou estação elevatória final por estar mais afastada da concentração da população, evitando-se assim, impactos de vizinhança. Além disso, avaliou-se que o crescimento da malha urbana local de Resplendor dar-se-á,

provavelmente no sentido sudoeste, sendo assim o local fica mais condizente com este crescimento.

3.1.5.4. Campo Alegre de Minas

- Fundo de Vale - Área de pasto e várzea. (UTM 24K, 285.631m O, 7.886.971m S).

Figura 56 - Fundo de Vale identificado para Campo Alegre

Fonte: GoogleEarth (2015)

A situação de Campo Alegre de Minas é semelhante à do Independência. A declividade está toda voltada para um fundo de vale único, portanto acredita-se que o esgoto do distrito poderá ir todo para esse ponto por gravidade. Logo, o local mostrado na Figura 56 é o mais indicado para uma ETE ou estação elevatória final neste distrito.

3.1.5.5. Calixto

- Fundo de Vale 1 - Próximo ao campo de futebol. (UTM 24K, 274.188m O, 7.869.395m S).
- Fundo de Vale 2 - Região central do distrito. (UTM 24K, 273.962m O, 7.869.713m S).

Figura 57 - Fundos de Vale identificados para Calixto

Fonte: GoogleEarth (2015)

Calixto é um distrito distinto dos demais, pois se concentra em uma área de encontros de afluentes com o córrego Calixto e, assim, tem mais fundos de vales. Todavia, destacam-se o Fundo de Vale 1, que, por ser a região de menor cota, talvez seja o local mais indicado para a implantação de uma ETE ou estação elevatória final;

e o Fundo de Vale 2, que é o fundo de vale de menor cota da região central, possibilitando o encontro de interceptores.

3.1.5.6. Bom Pastor

- Fundo de Vale - Área de campo e várzea. (UTM 24K, 285.076m O, 7.868.237m S).

Figura 58 - Fundo de Vale identificado para Bom Pastor

Fonte: GoogleEarth (2015)

Bom Pastor está localizado em uma condição parecida com Campo Alegre de Minas e Independência. Trata-se de local onde a declividade está toda voltada para um fundo de vale único, portanto acredita-se que o esgoto do distrito poderá ir todo para

esse ponto, por gravidade, representando assim o local mais indicado para implantar uma ETE ou estação elevatória final.

3.1.6. Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores

3.1.6.1. Índice de atendimento urbano de esgoto

Este indicador mede a porcentagem da população urbana atendida pelo Sistema de Esgotamento Sanitário (SES). Para este índice, Resplendor apresentou o valor de 100% em 2013, e se manteve em 2014, ou seja, toda a população urbana é atendida com coleta e afastamento de esgotos. O presente PMSB tem por objetivo a universalização do acesso aos serviços, portanto o ideal é que o valor desse índice continue em 100%.

3.1.6.2. Índice de coleta de esgoto

Este indicador, que mede a porcentagem da população total atendida pelo SES, auxiliará no monitoramento do sistema. Nos anos de 2012, 2013 e 2014, Resplendor apresentou, respectivamente, os valores de 66,70%, 66,23% e 66,11%, mostrando que a situação piorou nesse período. Nota-se que 2/3 do volume produzido de esgoto da população do município é coletado. Com o intuito de universalizar o serviço, o ideal é que este índice apresente valores mais próximos possíveis de 100%.

3.1.6.3. Índice de tratamento de esgoto

Este indicador, que mede a porcentagem dos esgotos tratados, auxiliará no monitoramento do sistema, com o objetivo de tratar todos os esgotos coletados dos domicílios. De acordo com o SNIS, em 2013, Resplendor apresentou o valor de 0%, a ETE ainda estava em construção e não estava operando, e, em 2014, o valor era de 54,50%. Contudo, de acordo com dados levantados em campo, o índice de tratamento de esgoto em 2014 era de 10,13%. Apesar da discrepância desses valores e com o intuito de universalizar o serviço, o ideal é que esse índice apresente valores mais próximos possíveis de 100%.

3.1.6.4. Tarifa média de esgoto

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. Para Resplendor, a tarifa média de

esgoto em 2012, 2013 e 2014, é 1,48 R$/m³, 1,54 R$/m³ e 2,32 R$/m³, respectivamente.

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

A fim de se estimar a geração de esgoto no município em um horizonte de planejamento de 20 anos – de 2016 a 2036 – foram consideradas as projeções populacionais para esses 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, considerando que o consumo de água per capita mantém-se constante ao longo dos anos e que ocorra o incremento gradual do índice de atendimento até chegar a 100% em 2036.

Vazão média ($Qd_{méd}$):

$$Qd_{méd} = P \times q \times C$$

Equação 3

Vazão máxima diária ($Qd_{máxd}$):

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

Equação 4

Vazão máxima horária ($Qd_{máxh}$):

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

Equação 5

Vazão mínima (Qd_{min}):

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

Equação 6

Onde Qd = vazão de esgoto doméstico (L/s);
P = população atendida (hab.);
q = consumo de água *per capita* (L/hab.dia);
C = coeficiente de retorno;
k_1 = coeficiente de máxima vazão diária;
k_2 = coeficiente de máxima vazão horária;
k_3 = coeficiente de mínima vazão.

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

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

Equação 7

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

L = comprimento da rede de esgoto (km);

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

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

Vazão média ($Qs_{méd}$):

$$Qs_{méd} = Qd_{méd} + Q_{inf}$$

Equação 8

Vazão máxima diária ($Qs_{máxd}$):

$$Qs_{máxd} = Qd_{máxd} + Q_{inf}$$

Equação 9

Vazão máxima horária ($Qs_{máxh}$):

$$Qs_{máxh} = Qd_{máxh} + Q_{inf}$$

Equação 10

Vazão mínima (Qd_{min}):

$$Qs_{mín} = Qd_{mín} + Q_{inf}$$

Equação 11

Segundo dados de 2013 do SNIS, o consumo médio *per capita* de água é 160,5L/hab.dia. Adotando-se os coeficientes C = 0,8, k1 = 1,2, k2 = 1,5 e k3 = 0,5 (Jordão e Pessôa, 2005) e com base na população prevista a ser atendida pelo sistema de esgotamento sanitário, foram calculadas as vazões de esgoto doméstico. Os resultados obtidos para a sede, Bom Pastor, Calixto, Campo Alegre de Minas, Independência e Nicolândia são representados, respectivamente, do Quadro 46 ao Quadro 51.

Quadro 46 - Evolução da vazão de esgoto doméstico da sede

Ano	População urbana projetada (hab.)	Índice de atendimento (%)	População urbana projetada atendida (hab.)	Consumo per capita (L/hab.dia)	Vazão de Esgoto Doméstico (L/s)			
					Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	10.602	100	10.602	120	5,89	11,78	14,14	21,20
2016	10.564	100	10.564	120	5,87	11,74	14,09	21,13
2017	10.528	100	10.528	120	5,85	11,70	14,04	21,06
2018	10.495	100	10.495	120	5,83	11,66	13,99	20,99
2019	10.455	100	10.455	120	5,81	11,62	13,94	20,91
2020	10.412	100	10.412	120	5,78	11,57	13,88	20,82
2021	10.365	100	10.365	120	5,76	11,52	13,82	20,73
2022	10.325	100	10.325	120	5,74	11,47	13,77	20,65
2023	10.278	100	10.278	120	5,71	11,42	13,70	20,56
2024	10.223	100	10.223	120	5,68	11,36	13,63	20,45
2025	10.169	100	10.169	120	5,65	11,30	13,56	20,34
2026	10.118	100	10.118	120	5,62	11,24	13,49	20,24
2027	10.059	100	10.059	120	5,59	11,18	13,41	20,12
2028	9.997	100	9.997	120	5,55	11,11	13,33	19,99
2029	9.934	100	9.934	120	5,52	11,04	13,25	19,87
2030	9.866	100	9.866	120	5,48	10,96	13,15	19,73
2031	9.805	100	9.805	120	5,45	10,89	13,07	19,61
2032	9.742	100	9.742	120	5,41	10,82	12,99	19,48
2033	9.660	100	9.660	120	5,37	10,73	12,88	19,32
2034	9.591	100	9.591	120	5,33	10,66	12,79	19,18
2035	9.512	100	9.512	120	5,28	10,57	12,68	19,02
2036	9.436	100	9.436	120	5,24	10,48	12,58	18,87

Fonte: SHS (2015)

Quadro 47 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Bom Pastor

Ano	População urbana projetada (hab.)	Índice de atendimento (%)	População urbana projetada atendida (hab.)	Consumo per capita (L/hab.dia)	Vazão de Esgoto Doméstico (L/s)			
					Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	176	100	176	161	0,13	0,26	0,31	0,47
2016	173	100	173	161	0,13	0,26	0,31	0,46
2017	171	100	171	161	0,13	0,25	0,30	0,46
2018	168	100	168	161	0,12	0,25	0,30	0,45
2019	166	100	166	161	0,12	0,25	0,30	0,44
2020	168	100	168	161	0,12	0,25	0,30	0,45
2021	166	100	166	161	0,12	0,25	0,30	0,44
2022	168	100	168	161	0,12	0,25	0,30	0,45
2023	169	100	169	161	0,13	0,25	0,30	0,45
2024	169	100	169	161	0,13	0,25	0,30	0,45
2025	170	100	170	161	0,13	0,25	0,30	0,45
2026	170	100	170	161	0,13	0,25	0,30	0,45
2027	171	100	171	161	0,13	0,25	0,30	0,46
2028	171	100	171	161	0,13	0,25	0,30	0,46
2029	170	100	170	161	0,13	0,25	0,30	0,45
2030	169	100	169	161	0,13	0,25	0,30	0,45
2031	169	100	169	161	0,13	0,25	0,30	0,45
2032	167	100	167	161	0,12	0,25	0,30	0,45
2033	167	100	167	161	0,12	0,25	0,30	0,45
2034	168	100	168	161	0,12	0,25	0,30	0,45
2035	170	100	170	161	0,13	0,25	0,30	0,45
2036	172	100	172	161	0,13	0,26	0,31	0,46

Fonte: SHS (2015)

Quadro 48 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Calixto

Ano	População urbana projetada (hab.)	Índice de atendimento (%)	População urbana projetada atendida (hab.)	Consumo per capita (L/hab.dia)	Vazão de Esgoto Doméstico (L/s)			
					Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	680	100	680	222	0,70	1,40	1,68	2,51
2016	669	100	669	222	0,69	1,37	1,65	2,47
2017	658	100	658	222	0,68	1,35	1,62	2,43
2018	640	100	640	222	0,66	1,31	1,58	2,37
2019	624	100	624	222	0,64	1,28	1,54	2,31
2020	619	100	619	222	0,64	1,27	1,53	2,29
2021	613	100	613	222	0,63	1,26	1,51	2,27
2022	609	100	609	222	0,63	1,25	1,50	2,25
2023	602	100	602	222	0,62	1,24	1,48	2,23
2024	590	100	590	222	0,61	1,21	1,45	2,18
2025	582	100	582	222	0,60	1,20	1,43	2,15
2026	569	100	569	222	0,58	1,17	1,40	2,10
2027	559	100	559	222	0,57	1,15	1,38	2,07
2028	543	100	543	222	0,56	1,12	1,34	2,01
2029	538	100	538	222	0,55	1,10	1,33	1,99
2030	539	100	539	222	0,55	1,11	1,33	1,99
2031	535	100	535	222	0,55	1,10	1,32	1,98
2032	531	100	531	222	0,55	1,09	1,31	1,96
2033	524	100	524	222	0,54	1,08	1,29	1,94
2034	522	100	522	222	0,54	1,07	1,29	1,93
2035	514	100	514	222	0,53	1,06	1,27	1,90
2036	498	100	498	222	0,51	1,02	1,23	1,84

Fonte: SHS (2015)

Quadro 49 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Campo Alegre de Minas

Ano	População urbana projetada (hab.)	Índice de atendimento (%)	População urbana projetada atendida (hab.)	Consumo per capita (L/hab.dia)	Vazão de Esgoto Doméstico (L/s)			
					Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	365	100	365	87	0,15	0,30	0,35	0,53
2016	349	100	349	87	0,14	0,28	0,34	0,51
2017	329	100	329	87	0,13	0,27	0,32	0,48
2018	315	100	315	87	0,13	0,25	0,31	0,46
2019	306	100	306	87	0,12	0,25	0,30	0,45
2020	304	100	304	87	0,12	0,25	0,29	0,44
2021	291	100	291	87	0,12	0,24	0,28	0,42
2022	274	100	274	87	0,11	0,22	0,27	0,40
2023	259	100	259	87	0,10	0,21	0,25	0,38
2024	233	100	233	87	0,09	0,19	0,23	0,34
2025	222	100	222	87	0,09	0,18	0,22	0,32
2026	215	100	215	87	0,09	0,17	0,21	0,31
2027	213	100	213	87	0,09	0,17	0,21	0,31
2028	206	100	206	87	0,08	0,17	0,20	0,30
2029	200	100	200	87	0,08	0,16	0,19	0,29
2030	198	100	198	87	0,08	0,16	0,19	0,29
2031	195	100	195	87	0,08	0,16	0,19	0,28
2032	194	100	194	87	0,08	0,16	0,19	0,28
2033	187	100	187	87	0,08	0,15	0,18	0,27
2034	179	100	179	87	0,07	0,14	0,17	0,26
2035	171	100	171	87	0,07	0,14	0,17	0,25
2036	166	100	166	87	0,07	0,13	0,16	0,24

Fonte: SHS (2015)

Quadro 50 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Independência

Ano	População urbana projetada (hab.)	Índice de atendimento (%)	População urbana projetada atendida (hab.)	Consumo per capita (L/hab.dia)	Vazão de Esgoto Doméstico (L/s)			
					Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	492	100	492	86	0,20	0,39	0,47	0,71
2016	500	100	500	86	0,20	0,40	0,48	0,72
2017	501	100	501	86	0,20	0,40	0,48	0,72
2018	512	100	512	86	0,20	0,41	0,49	0,74
2019	519	100	519	86	0,21	0,41	0,50	0,75
2020	523	100	523	86	0,21	0,42	0,50	0,75
2021	524	100	524	86	0,21	0,42	0,50	0,75
2022	531	100	531	86	0,21	0,42	0,51	0,76
2023	536	100	536	86	0,21	0,43	0,51	0,77
2024	540	100	540	86	0,22	0,43	0,52	0,78
2025	545	100	545	86	0,22	0,43	0,52	0,78
2026	545	100	545	86	0,22	0,43	0,52	0,78
2027	551	100	551	86	0,22	0,44	0,53	0,79
2028	555	100	555	86	0,22	0,44	0,53	0,80
2029	559	100	559	86	0,22	0,45	0,54	0,80
2030	562	100	562	86	0,22	0,45	0,54	0,81
2031	564	100	564	86	0,22	0,45	0,54	0,81
2032	566	100	566	86	0,23	0,45	0,54	0,81
2033	570	100	570	86	0,23	0,45	0,55	0,82
2034	577	100	577	86	0,23	0,46	0,55	0,83
2035	578	100	578	86	0,23	0,46	0,55	0,83
2036	583	100	583	86	0,23	0,47	0,56	0,84

Fonte: SHS (2015)

Quadro 51 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Nicolândia

Ano	População urbana projetada (hab.)	Índice de atendimento (%)	População urbana projetada atendida (hab.)	Consumo per capita (L/hab.dia)	Vazão de Esgoto Doméstico (L/s)			
					Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	407	100	407	83	0,16	0,31	0,37	0,56
2016	393	100	393	83	0,15	0,30	0,36	0,54
2017	380	100	380	83	0,15	0,29	0,35	0,52
2018	369	100	369	83	0,14	0,28	0,34	0,51
2019	362	100	362	83	0,14	0,28	0,33	0,50
2020	356	100	356	83	0,14	0,27	0,33	0,49
2021	344	100	344	83	0,13	0,26	0,32	0,47
2022	330	100	330	83	0,13	0,25	0,30	0,46
2023	309	100	309	83	0,12	0,24	0,28	0,43
2024	300	100	300	83	0,12	0,23	0,28	0,41
2025	287	100	287	83	0,11	0,22	0,26	0,40
2026	279	100	279	83	0,11	0,21	0,26	0,39
2027	270	100	270	83	0,10	0,21	0,25	0,37
2028	265	100	265	83	0,10	0,20	0,24	0,37
2029	255	100	255	83	0,10	0,20	0,23	0,35
2030	248	100	248	83	0,10	0,19	0,23	0,34
2031	240	100	240	83	0,09	0,18	0,22	0,33
2032	233	100	233	83	0,09	0,18	0,21	0,32
2033	231	100	231	83	0,09	0,18	0,21	0,32
2034	221	100	221	83	0,08	0,17	0,20	0,31
2035	216	100	216	83	0,08	0,17	0,20	0,30
2036	213	100	213	83	0,08	0,16	0,20	0,29

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. No entanto, esse aumento no consumo de água não foi aplicado para o cálculo das vazões de esgoto sanitário, pois adotando o consumo real evita-se superestimar vazões e cargas de poluentes.

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 superestimar 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). De acordo com o SNIS, em 2013, a extensão da rede existente era igual a 36,97km e o número de população urbana atendida, no município, pelo sistema de esgotamento sanitário era de 13.239 habitantes. Sendo assim, pela razão entre esses dois últimos dados, obtém-se que o comprimento da rede por habitante é de 3m/hab. Multiplicando este 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 de crescimento da rede, empiricamente determinada, de 3m/hab, conforme Von Sperling (2005). Com base nestes valores, foram obtidas as vazões de infiltração. Do Quadro 52 ao Quadro 57 são mostrados os resultados obtidos para a sede, Bom Pastor, Calixto, Campo Alegre de Minas, Independência e Nicolândia, respectivamente.

Quadro 52 - 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	10.602	29.606	0	29.606	0,2	5,92
2016	10.564	29.606	0	29.606	0,2	5,92
2017	10.528	29.606	0	29.606	0,2	5,92
2018	10.495	29.606	0	29.606	0,2	5,92
2019	10.455	29.606	0	29.606	0,2	5,92
2020	10.412	29.606	0	29.606	0,2	5,92
2021	10.365	29.606	0	29.606	0,2	5,92
2022	10.325	29.606	0	29.606	0,2	5,92
2023	10.278	29.606	0	29.606	0,2	5,92
2024	10.223	29.606	0	29.606	0,2	5,92
2025	10.169	29.606	0	29.606	0,2	5,92
2026	10.118	29.606	0	29.606	0,2	5,92
2027	10.059	29.606	0	29.606	0,2	5,92
2028	9.997	29.606	0	29.606	0,2	5,92
2029	9.934	29.606	0	29.606	0,2	5,92
2030	9.866	29.606	0	29.606	0,2	5,92
2031	9.805	29.606	0	29.606	0,2	5,92
2032	9.742	29.606	0	29.606	0,2	5,92
2033	9.660	29.606	0	29.606	0,2	5,92
2034	9.591	29.606	0	29.606	0,2	5,92
2035	9.512	29.606	0	29.606	0,2	5,92
2036	9.436	29.606	0	29.606	0,2	5,92

Fonte: SHS (2015)

Quadro 53 - Evolução da contribuição de infiltração em Bom Pastor

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	176	491	0	491	0,2	0,10
2016	173	491	0	491	0,2	0,10
2017	171	491	0	491	0,2	0,10
2018	168	491	0	491	0,2	0,10
2019	166	491	0	491	0,2	0,10
2020	168	491	0	491	0,2	0,10
2021	166	491	0	491	0,2	0,10
2022	168	491	0	491	0,2	0,10
2023	169	491	0	491	0,2	0,10
2024	169	491	0	491	0,2	0,10
2025	170	491	0	491	0,2	0,10
2026	170	491	0	491	0,2	0,10
2027	171	491	0	491	0,2	0,10
2028	171	491	0	491	0,2	0,10
2029	170	491	0	491	0,2	0,10
2030	169	491	0	491	0,2	0,10
2031	169	491	0	491	0,2	0,10
2032	167	491	0	491	0,2	0,10
2033	167	491	0	491	0,2	0,10
2034	168	491	0	491	0,2	0,10
2035	170	491	0	491	0,2	0,10
2036	172	491	0	491	0,2	0,10

Fonte: SHS (2015)

Quadro 54 - Evolução da contribuição de infiltração em Calixto

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	680	1.899	0	1.899	0,2	0,38
2016	669	1.899	0	1.899	0,2	0,38
2017	658	1.899	0	1.899	0,2	0,38
2018	640	1.899	0	1.899	0,2	0,38
2019	624	1.899	0	1.899	0,2	0,38
2020	619	1.899	0	1.899	0,2	0,38
2021	613	1.899	0	1.899	0,2	0,38
2022	609	1.899	0	1.899	0,2	0,38
2023	602	1.899	0	1.899	0,2	0,38
2024	590	1.899	0	1.899	0,2	0,38
2025	582	1.899	0	1.899	0,2	0,38
2026	569	1.899	0	1.899	0,2	0,38
2027	559	1.899	0	1.899	0,2	0,38
2028	543	1.899	0	1.899	0,2	0,38
2029	538	1.899	0	1.899	0,2	0,38
2030	539	1.899	0	1.899	0,2	0,38
2031	535	1.899	0	1.899	0,2	0,38
2032	531	1.899	0	1.899	0,2	0,38
2033	524	1.899	0	1.899	0,2	0,38
2034	522	1.899	0	1.899	0,2	0,38
2035	514	1.899	0	1.899	0,2	0,38
2036	498	1.899	0	1.899	0,2	0,38

Fonte: SHS (2015)

Quadro 55 - Evolução da contribuição de infiltração em Campo Alegre de Minas

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	365	1.019	0	1.019	0,2	0,20
2016	349	1.019	0	1.019	0,2	0,20
2017	329	1.019	0	1.019	0,2	0,20
2018	315	1.019	0	1.019	0,2	0,20
2019	306	1.019	0	1.019	0,2	0,20
2020	304	1.019	0	1.019	0,2	0,20
2021	291	1.019	0	1.019	0,2	0,20
2022	274	1.019	0	1.019	0,2	0,20
2023	259	1.019	0	1.019	0,2	0,20
2024	233	1.019	0	1.019	0,2	0,20
2025	222	1.019	0	1.019	0,2	0,20
2026	215	1.019	0	1.019	0,2	0,20
2027	213	1.019	0	1.019	0,2	0,20
2028	206	1.019	0	1.019	0,2	0,20
2029	200	1.019	0	1.019	0,2	0,20
2030	198	1.019	0	1.019	0,2	0,20
2031	195	1.019	0	1.019	0,2	0,20
2032	194	1.019	0	1.019	0,2	0,20
2033	187	1.019	0	1.019	0,2	0,20
2034	179	1.019	0	1.019	0,2	0,20
2035	171	1.019	0	1.019	0,2	0,20
2036	166	1.019	0	1.019	0,2	0,20

Fonte: SHS (2015)

Quadro 56 - Evolução da contribuição de infiltração em Independência

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	492	1.374	0	1.374	0,2	0,27
2016	500	1.374	24	1.398	0,2	0,28
2017	501	1.374	3	1.401	0,2	0,28
2018	512	1.374	33	1.434	0,2	0,29
2019	519	1.374	21	1.455	0,2	0,29
2020	523	1.374	12	1.467	0,2	0,29
2021	524	1.374	3	1.470	0,2	0,29
2022	531	1.374	21	1.491	0,2	0,30
2023	536	1.374	15	1.506	0,2	0,30
2024	540	1.374	12	1.518	0,2	0,30
2025	545	1.374	15	1.533	0,2	0,31
2026	545	1.374	0	1.533	0,2	0,31
2027	551	1.374	18	1.551	0,2	0,31
2028	555	1.374	12	1.563	0,2	0,31
2029	559	1.374	12	1.575	0,2	0,31
2030	562	1.374	9	1.584	0,2	0,32
2031	564	1.374	6	1.590	0,2	0,32
2032	566	1.374	6	1.596	0,2	0,32
2033	570	1.374	12	1.608	0,2	0,32
2034	577	1.374	21	1.629	0,2	0,33
2035	578	1.374	3	1.632	0,2	0,33
2036	583	1.374	15	1.647	0,2	0,33

Fonte: SHS (2015)

Quadro 57 - Evolução da contribuição de infiltração em Nicolândia

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	407	1.137	0	1.137	0,2	0,23
2016	393	1.137	0	1.137	0,2	0,23
2017	380	1.137	0	1.137	0,2	0,23
2018	369	1.137	0	1.137	0,2	0,23
2019	362	1.137	0	1.137	0,2	0,23
2020	356	1.137	0	1.137	0,2	0,23
2021	344	1.137	0	1.137	0,2	0,23
2022	330	1.137	0	1.137	0,2	0,23
2023	309	1.137	0	1.137	0,2	0,23
2024	300	1.137	0	1.137	0,2	0,23
2025	287	1.137	0	1.137	0,2	0,23
2026	279	1.137	0	1.137	0,2	0,23
2027	270	1.137	0	1.137	0,2	0,23
2028	265	1.137	0	1.137	0,2	0,23
2029	255	1.137	0	1.137	0,2	0,23
2030	248	1.137	0	1.137	0,2	0,23
2031	240	1.137	0	1.137	0,2	0,23
2032	233	1.137	0	1.137	0,2	0,23
2033	231	1.137	0	1.137	0,2	0,23
2034	221	1.137	0	1.137	0,2	0,23
2035	216	1.137	0	1.137	0,2	0,23
2036	213	1.137	0	1.137	0,2	0,23

Fonte: SHS (2015)

Conhecendo-se as vazões de esgoto e de infiltração, foram determinadas as vazões sanitárias. Os valores obtidos para a sede, Bom Pastor, Calixto, Campo Alegre de Minas, Independência e Nicolândia estão apresentados do Quadro 58 ao Quadro 63, respectivamente.

Quadro 58 - 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	10.602	11,81	17,70	20,06	27,13
2016	10.564	11,79	17,66	20,01	27,05
2017	10.528	11,77	17,62	19,96	26,98
2018	10.495	11,75	17,58	19,91	26,91
2019	10.455	11,73	17,54	19,86	26,83
2020	10.412	11,71	17,49	19,80	26,75
2021	10.365	11,68	17,44	19,74	26,65
2022	10.325	11,66	17,39	19,69	26,57
2023	10.278	11,63	17,34	19,63	26,48
2024	10.223	11,60	17,28	19,55	26,37
2025	10.169	11,57	17,22	19,48	26,26
2026	10.118	11,54	17,16	19,41	26,16
2027	10.059	11,51	17,10	19,33	26,04
2028	9.997	11,48	17,03	19,25	25,92
2029	9.934	11,44	16,96	19,17	25,79
2030	9.866	11,40	16,88	19,08	25,65
2031	9.805	11,37	16,82	18,99	25,53
2032	9.742	11,33	16,75	18,91	25,41
2033	9.660	11,29	16,65	18,80	25,24
2034	9.591	11,25	16,58	18,71	25,10
2035	9.512	11,21	16,49	18,60	24,95
2036	9.436	11,16	16,41	18,50	24,79

Fonte: SHS (2015)

Quadro 59 - Evolução da vazão sanitária de Bom Pastor

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão de Esgoto Sanitário (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	176	0,23	0,36	0,41	0,57
2016	173	0,23	0,36	0,41	0,56
2017	171	0,23	0,35	0,40	0,56
2018	168	0,22	0,35	0,40	0,55
2019	166	0,22	0,34	0,39	0,54
2020	168	0,22	0,35	0,40	0,55
2021	166	0,22	0,34	0,39	0,54
2022	168	0,22	0,35	0,40	0,55
2023	169	0,22	0,35	0,40	0,55
2024	169	0,22	0,35	0,40	0,55
2025	170	0,22	0,35	0,40	0,55
2026	170	0,22	0,35	0,40	0,55
2027	171	0,23	0,35	0,40	0,56
2028	171	0,23	0,35	0,40	0,56
2029	170	0,22	0,35	0,40	0,55
2030	169	0,22	0,35	0,40	0,55
2031	169	0,22	0,35	0,40	0,55
2032	167	0,22	0,35	0,40	0,55
2033	167	0,22	0,35	0,40	0,55
2034	168	0,22	0,35	0,40	0,55
2035	170	0,22	0,35	0,40	0,55
2036	172	0,23	0,35	0,41	0,56

Fonte: SHS (2015)

Quadro 60 - Evolução da vazão sanitária de Calixto

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão de Esgoto Sanitário (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	680	1,08	1,78	2,06	2,89
2016	669	1,07	1,75	2,03	2,85
2017	658	1,06	1,73	2,00	2,81
2018	640	1,04	1,69	1,96	2,75
2019	624	1,02	1,66	1,92	2,69
2020	619	1,02	1,65	1,91	2,67
2021	613	1,01	1,64	1,89	2,65
2022	609	1,01	1,63	1,88	2,63
2023	602	1,00	1,62	1,86	2,60
2024	590	0,99	1,59	1,83	2,56
2025	582	0,98	1,57	1,81	2,53
2026	569	0,96	1,55	1,78	2,48
2027	559	0,95	1,53	1,76	2,45
2028	543	0,94	1,49	1,72	2,39
2029	538	0,93	1,48	1,71	2,37
2030	539	0,93	1,49	1,71	2,37
2031	535	0,93	1,48	1,70	2,36
2032	531	0,92	1,47	1,69	2,34
2033	524	0,92	1,46	1,67	2,32
2034	522	0,92	1,45	1,67	2,31
2035	514	0,91	1,44	1,65	2,28
2036	498	0,89	1,40	1,61	2,22

Fonte: SHS (2015)

Quadro 61 - Evolução da vazão sanitária de Campo Alegre de Minas

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão de Esgoto Sanitário (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	365	0,35	0,50	0,56	0,73
2016	349	0,34	0,49	0,54	0,71
2017	329	0,34	0,47	0,52	0,68
2018	315	0,33	0,46	0,51	0,66
2019	306	0,33	0,45	0,50	0,65
2020	304	0,33	0,45	0,50	0,65
2021	291	0,32	0,44	0,49	0,63
2022	274	0,31	0,43	0,47	0,60
2023	259	0,31	0,41	0,46	0,58
2024	233	0,30	0,39	0,43	0,54
2025	222	0,29	0,38	0,42	0,53
2026	215	0,29	0,38	0,41	0,52
2027	213	0,29	0,38	0,41	0,51
2028	206	0,29	0,37	0,40	0,50
2029	200	0,28	0,37	0,40	0,49
2030	198	0,28	0,36	0,40	0,49
2031	195	0,28	0,36	0,39	0,49
2032	194	0,28	0,36	0,39	0,49
2033	187	0,28	0,36	0,39	0,48
2034	179	0,28	0,35	0,38	0,46
2035	171	0,27	0,34	0,37	0,45
2036	166	0,27	0,34	0,36	0,45

Fonte: SHS (2015)

Quadro 62 - Evolução da vazão sanitária de Independência

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão de Esgoto Sanitário (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	492	0,47	0,67	0,75	0,98
2016	500	0,48	0,68	0,76	1,00
2017	501	0,48	0,68	0,76	1,00
2018	512	0,49	0,70	0,78	1,02
2019	519	0,50	0,71	0,79	1,04
2020	523	0,50	0,71	0,79	1,04
2021	524	0,50	0,71	0,80	1,05
2022	531	0,51	0,72	0,81	1,06
2023	536	0,51	0,73	0,81	1,07
2024	540	0,52	0,73	0,82	1,08
2025	545	0,52	0,74	0,83	1,09
2026	545	0,52	0,74	0,83	1,09
2027	551	0,53	0,75	0,84	1,10
2028	555	0,53	0,76	0,84	1,11
2029	559	0,54	0,76	0,85	1,12
2030	562	0,54	0,77	0,85	1,12
2031	564	0,54	0,77	0,86	1,13
2032	566	0,54	0,77	0,86	1,13
2033	570	0,55	0,78	0,87	1,14
2034	577	0,56	0,79	0,88	1,15
2035	578	0,56	0,79	0,88	1,16
2036	583	0,56	0,79	0,89	1,17

Fonte: SHS (2015)

Quadro 63 - Evolução da vazão sanitária de Nicolândia

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão de Esgoto Sanitário (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	407	0,38	0,54	0,60	0,79
2016	393	0,38	0,53	0,59	0,77
2017	380	0,37	0,52	0,58	0,75
2018	369	0,37	0,51	0,57	0,74
2019	362	0,37	0,50	0,56	0,73
2020	356	0,36	0,50	0,55	0,72
2021	344	0,36	0,49	0,54	0,70
2022	330	0,35	0,48	0,53	0,68
2023	309	0,35	0,46	0,51	0,65
2024	300	0,34	0,46	0,50	0,64
2025	287	0,34	0,45	0,49	0,62
2026	279	0,33	0,44	0,48	0,61
2027	270	0,33	0,43	0,48	0,60
2028	265	0,33	0,43	0,47	0,59
2029	255	0,33	0,42	0,46	0,58
2030	248	0,32	0,42	0,46	0,57
2031	240	0,32	0,41	0,45	0,56
2032	233	0,32	0,41	0,44	0,55
2033	231	0,32	0,40	0,44	0,55
2034	221	0,31	0,40	0,43	0,53
2035	216	0,31	0,39	0,43	0,53
2036	213	0,31	0,39	0,42	0,52

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 54gDBO/hab.dia. Com base nesse valor e nas estimativas populacional e de vazão para o período, é possível calcular a carga (Equação 12) e a concentração de DBO (Equação 13) para cada ano.

$$Carga = População\ x\ Carga\ per\ capita$$

Equação 12

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

Equação 13

O rio Doce, o ribeirão Resplendor, o córrego Calixto, o córrego da Paçoca, o córrego Resplendorzinho, o córrego Santa Cruz, o córrego Visicatório e o córrego Campo Alegre são enquadrados como classe 2 de acordo com o Planos de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Manhuaçu – PARH Manhuaçu de 2010 e Planos de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Análise dos Recursos Hídricos de Suaçuí – PARH Saçuí de 2010, assim como todos os outros rios destas mesmas sub-bacias. 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 nº 357/05, em seu art. 4º, rios de classe 2 são 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 274/2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aquicultura e à atividade de pesca. De acordo com o 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:

"(...)V - DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O_2;(…)"

Considerando apenas a DBO como parâmetro, através da equação 14, é

possível fazer o cálculo da eficiência de remoção necessária para o atendimento dos padrões estabelecidos.

$$E = \frac{S_o - S_f}{S_o} x100$$

Equação 14

Onde:

E= eficiência de remoção (%);

S_o= concentração inicial;

S_f= concentração final.

A seguir são apresentados os cálculos de carga e concentração de DBO, além da eficiência de remoção necessária, considerando apenas a DBO como parâmetro. Do Quadro 64 ao Quadro 69 são mostrados os resultados obtidos para a sede, Bom Pastor, Calixto, Campo Alegre de Minas, Independência e Nicolândia, respectivamente.

Quadro 64 - Evolução da Carga Orgânica e DBO da sede

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de DBO (kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)	Concentração de DBO (mg/L) (Legislação)	Remoção de DBO (mg/L) (com tratamento)	Eficiência de remoção necessária (%)
2015	10.602	17,70	572,51	374,34	5,00	369,34	98,66
2016	10.564	17,66	570,46	373,89	5,00	368,89	98,66
2017	10.528	17,62	568,51	373,46	5,00	368,46	98,66
2018	10.495	17,58	566,73	373,07	5,00	368,07	98,66
2019	10.455	17,54	564,57	372,59	5,00	367,59	98,66
2020	10.412	17,49	562,25	372,07	5,00	367,07	98,66
2021	10.365	17,44	559,71	371,50	5,00	366,50	98,65
2022	10.325	17,39	557,55	371,01	5,00	366,01	98,65
2023	10.278	17,34	555,01	370,43	5,00	365,43	98,65
2024	10.223	17,28	552,04	369,75	5,00	364,75	98,65
2025	10.169	17,22	549,13	369,08	5,00	364,08	98,65
2026	10.118	17,16	546,37	368,44	5,00	363,44	98,64
2027	10.059	17,10	543,19	367,70	5,00	362,70	98,64
2028	9.997	17,03	539,84	366,91	5,00	361,91	98,64
2029	9.934	16,96	536,44	366,10	5,00	361,10	98,63
2030	9.866	16,88	532,76	365,22	5,00	360,22	98,63
2031	9.805	16,82	529,47	364,43	5,00	359,43	98,63
2032	9.742	16,75	526,07	363,60	5,00	358,60	98,62
2033	9.660	16,65	521,64	362,51	5,00	357,51	98,62
2034	9.591	16,58	517,91	361,59	5,00	356,59	98,62
2035	9.512	16,49	513,65	360,52	5,00	355,52	98,61
2036	9.436	16,41	509,54	359,48	5,00	354,48	98,61

Fonte: SHS (2015)

Quadro 65 - Evolução da Carga Orgânica e DBO de Bom Pastor

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de DBO (kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)	Concentração de DBO (mg/L) (Legislação)	Remoção de DBO (mg/L) (com tratamento)	Eficiência de remoção necessária (%)
2015	176	0,36	9,50	305,68	5,00	300,68	98,36
2016	173	0,36	9,34	304,24	5,00	299,24	98,36
2017	171	0,35	9,23	303,26	5,00	298,26	98,35
2018	168	0,35	9,07	301,76	5,00	296,76	98,34
2019	166	0,34	8,96	300,73	5,00	295,73	98,34
2020	168	0,35	9,07	301,76	5,00	296,76	98,34
2021	166	0,34	8,96	300,73	5,00	295,73	98,34
2022	168	0,35	9,07	301,76	5,00	296,76	98,34
2023	169	0,35	9,13	302,26	5,00	297,26	98,35
2024	169	0,35	9,13	302,26	5,00	297,26	98,35
2025	170	0,35	9,18	302,76	5,00	297,76	98,35
2026	170	0,35	9,18	302,76	5,00	297,76	98,35
2027	171	0,35	9,23	303,26	5,00	298,26	98,35
2028	171	0,35	9,23	303,26	5,00	298,26	98,35
2029	170	0,35	9,18	302,76	5,00	297,76	98,35
2030	169	0,35	9,13	302,26	5,00	297,26	98,35
2031	169	0,35	9,13	302,26	5,00	297,26	98,35
2032	167	0,35	9,02	301,25	5,00	296,25	98,34
2033	167	0,35	9,02	301,25	5,00	296,25	98,34
2034	168	0,35	9,07	301,76	5,00	296,76	98,34
2035	170	0,35	9,18	302,76	5,00	297,76	98,35
2036	172	0,35	9,29	303,75	5,00	298,75	98,35

Fonte: SHS (2015)

Quadro 66 - Evolução da Carga Orgânica e DBO de Calixto

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de DBO (kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)	Concentração de DBO (mg/L) (Legislação)	Remoção de DBO (mg/L) (com tratamento)	Eficiência de remoção necessária (%)
2015	680	1,78	36,72	239,29	5,00	234,29	97,91
2016	669	1,75	36,13	238,45	5,00	233,45	97,90
2017	658	1,73	35,53	237,59	5,00	232,59	97,90
2018	640	1,69	34,56	236,13	5,00	231,13	97,88
2019	624	1,66	33,70	234,78	5,00	229,78	97,87
2020	619	1,65	33,43	234,35	5,00	229,35	97,87
2021	613	1,64	33,10	233,82	5,00	228,82	97,86
2022	609	1,63	32,89	233,47	5,00	228,47	97,86
2023	602	1,62	32,51	232,84	5,00	227,84	97,85
2024	590	1,59	31,86	231,73	5,00	226,73	97,84
2025	582	1,57	31,43	230,97	5,00	225,97	97,84
2026	569	1,55	30,73	229,71	5,00	224,71	97,82
2027	559	1,53	30,19	228,70	5,00	223,70	97,81
2028	543	1,49	29,32	227,04	5,00	222,04	97,80
2029	538	1,48	29,05	226,50	5,00	221,50	97,79
2030	539	1,49	29,11	226,61	5,00	221,61	97,79
2031	535	1,48	28,89	226,18	5,00	221,18	97,79
2032	531	1,47	28,67	225,74	5,00	220,74	97,79
2033	524	1,46	28,30	224,97	5,00	219,97	97,78
2034	522	1,45	28,19	224,74	5,00	219,74	97,78
2035	514	1,44	27,76	223,83	5,00	218,83	97,77
2036	498	1,40	26,89	221,94	5,00	216,94	97,75

Fonte: SHS (2015)

Quadro 67 - Evolução da Carga Orgânica e DBO de Campo Alegre de Minas

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de DBO (kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)	Concentração de DBO (mg/L) (Legislação)	Remoção de DBO (mg/L) (com tratamento)	Eficiência de remoção necessária (%)
2015	365	0,50	19,71	457,26	5,00	452,26	98,91
2016	349	0,49	18,85	448,85	5,00	443,85	98,89
2017	329	0,47	17,77	437,69	5,00	432,69	98,86
2018	315	0,46	17,01	429,41	5,00	424,41	98,84
2019	306	0,45	16,52	423,87	5,00	418,87	98,82
2020	304	0,45	16,42	422,61	5,00	417,61	98,82
2021	291	0,44	15,71	414,22	5,00	409,22	98,79
2022	274	0,43	14,80	402,62	5,00	397,62	98,76
2023	259	0,41	13,99	391,75	5,00	386,75	98,72
2024	233	0,39	12,58	371,31	5,00	366,31	98,65
2025	222	0,38	11,99	361,99	5,00	356,99	98,62
2026	215	0,38	11,61	355,82	5,00	350,82	98,59
2027	213	0,38	11,50	354,03	5,00	349,03	98,59
2028	206	0,37	11,12	347,63	5,00	342,63	98,56
2029	200	0,37	10,80	341,98	5,00	336,98	98,54
2030	198	0,36	10,69	340,06	5,00	335,06	98,53
2031	195	0,36	10,53	337,16	5,00	332,16	98,52
2032	194	0,36	10,48	336,18	5,00	331,18	98,51
2033	187	0,36	10,10	329,21	5,00	324,21	98,48
2034	179	0,35	9,67	320,98	5,00	315,98	98,44
2035	171	0,34	9,23	312,43	5,00	307,43	98,40
2036	166	0,34	8,96	306,92	5,00	301,92	98,37

Fonte: SHS (2015)

Quadro 68 - Evolução da Carga Orgânica e DBO de Independência

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de DBO (kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)	Concentração de DBO (mg/L) (Legislação)	Remoção de DBO (mg/L) (com tratamento)	Eficiência de remoção necessária (%)
2015	492	0,67	26,57	460,82	5,00	455,82	98,91
2016	500	0,68	27,00	460,59	5,00	455,59	98,91
2017	501	0,68	27,05	460,57	5,00	455,57	98,91
2018	512	0,70	27,65	460,27	5,00	455,27	98,91
2019	519	0,71	28,03	460,09	5,00	455,09	98,91
2020	523	0,71	28,24	459,99	5,00	454,99	98,91
2021	524	0,71	28,30	459,96	5,00	454,96	98,91
2022	531	0,72	28,67	459,79	5,00	454,79	98,91
2023	536	0,73	28,94	459,67	5,00	454,67	98,91
2024	540	0,73	29,16	459,57	5,00	454,57	98,91
2025	545	0,74	29,43	459,45	5,00	454,45	98,91
2026	545	0,74	29,43	459,45	5,00	454,45	98,91
2027	551	0,75	29,75	459,31	5,00	454,31	98,91
2028	555	0,76	29,97	459,22	5,00	454,22	98,91
2029	559	0,76	30,19	459,14	5,00	454,14	98,91
2030	562	0,77	30,35	459,07	5,00	454,07	98,91
2031	564	0,77	30,46	459,03	5,00	454,03	98,91
2032	566	0,77	30,56	458,98	5,00	453,98	98,91
2033	570	0,78	30,78	458,90	5,00	453,90	98,91
2034	577	0,79	31,16	458,75	5,00	453,75	98,91
2035	578	0,79	31,21	458,73	5,00	453,73	98,91
2036	583	0,79	31,48	458,63	5,00	453,63	98,91

Fonte: SHS (2015)

Quadro 69 - Evolução da Carga Orgânica e DBO de Nicolândia

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de DBO (kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)	Concentração de DBO (mg/L) (Legislação)	Remoção de DBO (mg/L) (com tratamento)	Eficiência de remoção necessária (%)
2015	407	0,54	21,98	471,61	5,00	466,61	98,94
2016	393	0,53	21,22	464,63	5,00	459,63	98,92
2017	380	0,52	20,52	457,89	5,00	452,89	98,91
2018	369	0,51	19,93	451,99	5,00	446,99	98,89
2019	362	0,50	19,55	448,13	5,00	443,13	98,88
2020	356	0,50	19,22	444,75	5,00	439,75	98,88
2021	344	0,49	18,58	437,81	5,00	432,81	98,86
2022	330	0,48	17,82	429,38	5,00	424,38	98,84
2023	309	0,46	16,69	416,00	5,00	411,00	98,80
2024	300	0,46	16,20	409,98	5,00	404,98	98,78
2025	287	0,45	15,50	400,95	5,00	395,95	98,75
2026	279	0,44	15,07	395,20	5,00	390,20	98,73
2027	270	0,43	14,58	388,52	5,00	383,52	98,71
2028	265	0,43	14,31	384,73	5,00	379,73	98,70
2029	255	0,42	13,77	376,92	5,00	371,92	98,67
2030	248	0,42	13,39	371,29	5,00	366,29	98,65
2031	240	0,41	12,96	364,67	5,00	359,67	98,63
2032	233	0,41	12,58	358,71	5,00	353,71	98,61
2033	231	0,40	12,47	356,98	5,00	351,98	98,60
2034	221	0,40	11,93	348,13	5,00	343,13	98,56
2035	216	0,39	11,66	343,57	5,00	338,57	98,54
2036	213	0,39	11,50	340,80	5,00	335,80	98,53

Fonte: SHS (2015)

Ainda segundo Von Sperling (2005), a contribuição *per capita* de coliformes fecais (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 15) e concentração de coliformes fecais (Equação 16) para cada ano.

$$Carga = População\ x\ Carga\ per\ capita$$

Equação 15

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

Equação 16

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05, já citada anteriormente, em 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. (...)

A seguir são apresentados os cálculos de carga e concentração de coliformes termotolerantes, além da eficiência de remoção necessária considerando apenas estes como parâmetro. Do Quadro 70 ao Quadro 75 são mostrados os resultados obtidos para a sede, Bom Pastor, Calixto, Campo Alegre de Minas, Independência e Nicolândia, respectivamente.

Quadro 70 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais (termotolerantes) da sede

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão Média(L/s)	Carga Coliformes (org/dia)	Concentração de coliformes (org/mL)	Concentração de Coliformes (org/mL) (Legislação)	Remoção de Coliformes (org/mL) (com tratamento)	Eficiência de remoção necessária (%)
2015	10.602	17,70	$1,06 \times 10^{16}$	6.932.191,76	100.000,00	6.832.191,76	98,56
2016	10.564	17,66	$1,06 \times 10^{16}$	6.923.860,47	100.000,00	6.823.860,47	98,56
2017	10.528	17,62	$1,05 \times 10^{16}$	6.915.930,84	100.000,00	6.815.930,84	98,55
2018	10.495	17,58	$1,05 \times 10^{16}$	6.908.630,32	100.000,00	6.808.630,32	98,55
2019	10.455	17,54	$1,05 \times 10^{16}$	6.899.740,27	100.000,00	6.799.740,27	98,55
2020	10.412	17,49	$1,04 \times 10^{16}$	6.890.133,08	100.000,00	6.790.133,08	98,55
2021	10.365	17,44	$1,04 \times 10^{16}$	6.879.571,98	100.000,00	6.779.571,98	98,55
2022	10.325	17,39	$1,03 \times 10^{16}$	6.870.533,85	100.000,00	6.770.533,85	98,54
2023	10.278	17,34	$1,03 \times 10^{16}$	6.859.854,86	100.000,00	6.759.854,86	98,54
2024	10.223	17,28	$1,02 \times 10^{16}$	6.847.276,20	100.000,00	6.747.276,20	98,54
2025	10.169	17,22	$1,02 \times 10^{16}$	6.834.839,39	100.000,00	6.734.839,39	98,54
2026	10.118	17,16	$1,01 \times 10^{16}$	6.823.013,67	100.000,00	6.723.013,67	98,53
2027	10.059	17,10	$1,01 \times 10^{16}$	6.809.235,14	100.000,00	6.709.235,14	98,53
2028	9.997	17,03	$1,00 \times 10^{16}$	6.794.641,69	100.000,00	6.694.641,69	98,53
2029	9.934	16,96	$9,93 \times 10^{15}$	6.779.691,42	100.000,00	6.679.691,42	98,53
2030	9.866	16,88	$9,87 \times 10^{15}$	6.763.415,51	100.000,00	6.663.415,51	98,52
2031	9.805	16,82	$9,81 \times 10^{15}$	6.748.690,60	100.000,00	6.648.690,60	98,52
2032	9.742	16,75	$9,74 \times 10^{15}$	6.733.357,79	100.000,00	6.633.357,79	98,51
2033	9.660	16,65	$9,66 \times 10^{15}$	6.713.207,73	100.000,00	6.613.207,73	98,51
2034	9.591	16,58	$9,59 \times 10^{15}$	6.696.080,60	100.000,00	6.596.080,60	98,51
2035	9.512	16,49	$9,51 \times 10^{15}$	6.676.275,73	100.000,00	6.576.275,73	98,50
2036	9.436	16,41	$9,44 \times 10^{15}$	6.657.022,93	100.000,00	6.557.022,93	98,50

Fonte: SHS (2015)

Quadro 71 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais (termotolerantes) de Bom Pastor

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão Média(L/s)	Carga Coliformes (org/dia)	Concentração de coliformes (org/mL)	Concentração de Coliformes (org/mL) (Legislação)	Remoção de Coliformes (org/mL) (com tratamento)	Eficiência de remoção necessária (%)
2015	176	0,36	$1,76 \times 10^{14}$	5.660.766,54	100.000,00	5.560.766,54	98,23
2016	173	0,36	$1,73 \times 10^{14}$	5.634.078,83	100.000,00	5.534.078,83	98,23
2017	171	0,35	$1,71 \times 10^{14}$	5.615.911,89	100.000,00	5.515.911,89	98,22
2018	168	0,35	$1,68 \times 10^{14}$	5.588.079,57	100.000,00	5.488.079,57	98,21
2019	166	0,34	$1,66 \times 10^{14}$	5.569.125,05	100.000,00	5.469.125,05	98,20
2020	168	0,35	$1,68 \times 10^{14}$	5.588.079,57	100.000,00	5.488.079,57	98,21
2021	166	0,34	$1,66 \times 10^{14}$	5.569.125,05	100.000,00	5.469.125,05	98,20
2022	168	0,35	$1,68 \times 10^{14}$	5.588.079,57	100.000,00	5.488.079,57	98,21
2023	169	0,35	$1,69 \times 10^{14}$	5.597.435,92	100.000,00	5.497.435,92	98,21
2024	169	0,35	$1,69 \times 10^{14}$	5.597.435,92	100.000,00	5.497.435,92	98,21
2025	170	0,35	$1,70 \times 10^{14}$	5.606.713,03	100.000,00	5.506.713,03	98,22
2026	170	0,35	$1,70 \times 10^{14}$	5.606.713,03	100.000,00	5.506.713,03	98,22
2027	171	0,35	$1,71 \times 10^{14}$	5.615.911,89	100.000,00	5.515.911,89	98,22
2028	171	0,35	$1,71 \times 10^{14}$	5.615.911,89	100.000,00	5.515.911,89	98,22
2029	170	0,35	$1,70 \times 10^{14}$	5.606.713,03	100.000,00	5.506.713,03	98,22
2030	169	0,35	$1,69 \times 10^{14}$	5.597.435,92	100.000,00	5.497.435,92	98,21
2031	169	0,35	$1,69 \times 10^{14}$	5.597.435,92	100.000,00	5.497.435,92	98,21
2032	167	0,35	$1,67 \times 10^{14}$	5.578.642,96	100.000,00	5.478.642,96	98,21
2033	167	0,35	$1,67 \times 10^{14}$	5.578.642,96	100.000,00	5.478.642,96	98,21
2034	168	0,35	$1,68 \times 10^{14}$	5.588.079,57	100.000,00	5.488.079,57	98,21
2035	170	0,35	$1,70 \times 10^{14}$	5.606.713,03	100.000,00	5.506.713,03	98,22
2036	172	0,35	$1,72 \times 10^{14}$	5.625.033,50	100.000,00	5.525.033,50	98,22

Fonte: SHS (2015)

Quadro 72 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais (termotolerantes) de Calixto

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão Média(L/s)	Carga Coliformes (org/dia)	Concentração de coliformes (org/mL)	Concentração de Coliformes (org/mL) (Legislação)	Remoção de Coliformes (org/mL) (com tratamento)	Eficiência de remoção necessária (%)
2015	680	1,78	$6,80 \times 10^{14}$	4.431.238,94	100.000,00	4.331.238,94	97,74
2016	669	1,75	$6,69 \times 10^{14}$	4.415.713,98	100.000,00	4.315.713,98	97,74
2017	658	1,73	$6,58 \times 10^{14}$	4.399.783,83	100.000,00	4.299.783,83	97,73
2018	640	1,69	$6,40 \times 10^{14}$	4.372.799,94	100.000,00	4.272.799,94	97,71
2019	624	1,66	$6,24 \times 10^{14}$	4.347.806,15	100.000,00	4.247.806,15	97,70
2020	619	1,65	$6,19 \times 10^{14}$	4.339.791,57	100.000,00	4.239.791,57	97,70
2021	613	1,64	$6,13 \times 10^{14}$	4.330.041,50	100.000,00	4.230.041,50	97,69
2022	609	1,63	$6,09 \times 10^{14}$	4.323.459,58	100.000,00	4.223.459,58	97,69
2023	602	1,62	$6,02 \times 10^{14}$	4.311.780,21	100.000,00	4.211.780,21	97,68
2024	590	1,59	$5,90 \times 10^{14}$	4.291.267,56	100.000,00	4.191.267,56	97,67
2025	582	1,57	$5,82 \times 10^{14}$	4.277.235,84	100.000,00	4.177.235,84	97,66
2026	569	1,55	$5,69 \times 10^{14}$	4.253.799,21	100.000,00	4.153.799,21	97,65
2027	559	1,53	$5,59 \times 10^{14}$	4.235.213,67	100.000,00	4.135.213,67	97,64
2028	543	1,49	$5,43 \times 10^{14}$	4.204.414,71	100.000,00	4.104.414,71	97,62
2029	538	1,48	$5,38 \times 10^{14}$	4.194.510,46	100.000,00	4.094.510,46	97,62
2030	539	1,49	$5,39 \times 10^{14}$	4.196.502,25	100.000,00	4.096.502,25	97,62
2031	535	1,48	$5,35 \times 10^{14}$	4.188.501,87	100.000,00	4.088.501,87	97,61
2032	531	1,47	$5,31 \times 10^{14}$	4.180.412,10	100.000,00	4.080.412,10	97,61
2033	524	1,46	$5,24 \times 10^{14}$	4.166.035,33	100.000,00	4.066.035,33	97,60
2034	522	1,45	$5,22 \times 10^{14}$	4.161.875,39	100.000,00	4.061.875,39	97,60
2035	514	1,44	$5,14 \times 10^{14}$	4.144.997,56	100.000,00	4.044.997,56	97,59
2036	498	1,40	$4,98 \times 10^{14}$	4.110.055,67	100.000,00	4.010.055,67	97,57

Fonte: SHS (2015)

Quadro 73 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais (termotolerantes) de Campo Alegre de Minas

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão Média(L/s)	Carga Coliformes (org/dia)	Concentração de coliformes (org/mL)	Concentração de Coliformes (org/mL) (Legislação)	Remoção de Coliformes (org/mL) (com tratamento)	Eficiência de remoção necessária (%)
2015	365	0,50	$3,65 \times 10^{14}$	8.467.793,37	100.000,00	8.367.793,37	98,82
2016	349	0,49	$3,49 \times 10^{14}$	8.312.084,71	100.000,00	8.212.084,71	98,80
2017	329	0,47	$3,29 \times 10^{14}$	8.105.392,76	100.000,00	8.005.392,76	98,77
2018	315	0,46	$3,15 \times 10^{14}$	7.952.035,33	100.000,00	7.852.035,33	98,74
2019	306	0,45	$3,06 \times 10^{14}$	7.849.386,17	100.000,00	7.749.386,17	98,73
2020	304	0,45	$3,04 \times 10^{14}$	7.826.124,10	100.000,00	7.726.124,10	98,72
2021	291	0,44	$2,91 \times 10^{14}$	7.670.745,24	100.000,00	7.570.745,24	98,70
2022	274	0,43	$2,74 \times 10^{14}$	7.455.973,01	100.000,00	7.355.973,01	98,66
2023	259	0,41	$2,59 \times 10^{14}$	7.254.605,26	100.000,00	7.154.605,26	98,62
2024	233	0,39	$2,33 \times 10^{14}$	6.876.073,08	100.000,00	6.776.073,08	98,55
2025	222	0,38	$2,22 \times 10^{14}$	6.703.428,82	100.000,00	6.603.428,82	98,51
2026	215	0,38	$2,15 \times 10^{14}$	6.589.331,40	100.000,00	6.489.331,40	98,48
2027	213	0,38	$2,13 \times 10^{14}$	6.556.101,44	100.000,00	6.456.101,44	98,47
2028	206	0,37	$2,06 \times 10^{14}$	6.437.512,06	100.000,00	6.337.512,06	98,45
2029	200	0,37	$2,00 \times 10^{14}$	6.332.941,73	100.000,00	6.232.941,73	98,42
2030	198	0,36	$1,98 \times 10^{14}$	6.297.465,54	100.000,00	6.197.465,54	98,41
2031	195	0,36	$1,95 \times 10^{14}$	6.243.656,27	100.000,00	6.143.656,27	98,40
2032	194	0,36	$1,94 \times 10^{14}$	6.225.559,05	100.000,00	6.125.559,05	98,39
2033	187	0,36	$1,87 \times 10^{14}$	6.096.570,98	100.000,00	5.996.570,98	98,36
2034	179	0,35	$1,79 \times 10^{14}$	5.944.027,83	100.000,00	5.844.027,83	98,32
2035	171	0,34	$1,71 \times 10^{14}$	5.785.717,32	100.000,00	5.685.717,32	98,27
2036	166	0,34	$1,66 \times 10^{14}$	5.683.697,43	100.000,00	5.583.697,43	98,24

Fonte: SHS (2015)

Quadro 74 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais (termotolerantes) de Independência

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga Coliformes (org/dia)	Concentração de coliformes (org/mL)	Concentração de Coliformes (org/mL) (Legislação)	Remoção de Coliformes (org/mL) (com tratamento)	Eficiência de remoção necessária (%)
2015	492	0,67	$4,92 \times 10^{14}$	8.533.695,93	100.000,00	8.433.695,93	98,83
2016	500	0,68	$5,00 \times 10^{14}$	8.529.520,23	100.000,00	8.429.520,23	98,83
2017	501	0,68	$5,01 \times 10^{14}$	8.529.007,93	100.000,00	8.429.007,93	98,83
2018	512	0,70	$5,12 \times 10^{14}$	8.523.508,54	100.000,00	8.423.508,54	98,83
2019	519	0,71	$5,19 \times 10^{14}$	8.520.133,82	100.000,00	8.420.133,82	98,83
2020	523	0,71	$5,23 \times 10^{14}$	8.518.247,13	100.000,00	8.418.247,13	98,83
2021	524	0,71	$5,24 \times 10^{14}$	8.517.780,09	100.000,00	8.417.780,09	98,83
2022	531	0,72	$5,31 \times 10^{14}$	8.514.561,44	100.000,00	8.414.561,44	98,83
2023	536	0,73	$5,36 \times 10^{14}$	8.512.315,32	100.000,00	8.412.315,32	98,83
2024	540	0,73	$5,40 \times 10^{14}$	8.510.549,21	100.000,00	8.410.549,21	98,82
2025	545	0,74	$5,45 \times 10^{14}$	8.508.379,02	100.000,00	8.408.379,02	98,82
2026	545	0,74	$5,45 \times 10^{14}$	8.508.379,02	100.000,00	8.408.379,02	98,82
2027	551	0,75	$5,51 \times 10^{14}$	8.505.828,21	100.000,00	8.405.828,21	98,82
2028	555	0,76	$5,55 \times 10^{14}$	8.504.159,14	100.000,00	8.404.159,14	98,82
2029	559	0,76	$5,59 \times 10^{14}$	8.502.514,59	100.000,00	8.402.514,59	98,82
2030	562	0,77	$5,62 \times 10^{14}$	8.501.296,95	100.000,00	8.401.296,95	98,82
2031	564	0,77	$5,64 \times 10^{14}$	8.500.492,58	100.000,00	8.400.492,58	98,82
2032	566	0,77	$5,66 \times 10^{14}$	8.499.694,05	100.000,00	8.399.694,05	98,82
2033	570	0,78	$5,70 \times 10^{14}$	8.498.114,23	100.000,00	8.398.114,23	98,82
2034	577	0,79	$5,77 \times 10^{14}$	8.495.403,62	100.000,00	8.395.403,62	98,82
2035	578	0,79	$5,78 \times 10^{14}$	8.495.021,89	100.000,00	8.395.021,89	98,82
2036	583	0,79	$5,83 \times 10^{14}$	8.493.133,39	100.000,00	8.393.133,39	98,82

Fonte: SHS (2015)

Quadro 75 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais (termotolerantes) de Nicolândia

Ano	População urbana projetada atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga Coliformes (org/dia)	Concentração de coliformes (org/mL)	Concentração de Coliformes (org/mL) (Legislação)	Remoção de Coliformes (org/mL) (com tratamento)	Eficiência de remoção necessária (%)
2015	407	0,54	$4,07 \times 10^{14}$	8.733.432,19	100.000,00	8.633.432,19	98,85
2016	393	0,53	$3,93 \times 10^{14}$	8.604.259,13	100.000,00	8.504.259,13	98,84
2017	380	0,52	$3,80 \times 10^{14}$	8.479.525,19	100.000,00	8.379.525,19	98,82
2018	369	0,51	$3,69 \times 10^{14}$	8.370.174,59	100.000,00	8.270.174,59	98,81
2019	362	0,50	$3,62 \times 10^{14}$	8.298.685,57	100.000,00	8.198.685,57	98,79
2020	356	0,50	$3,56 \times 10^{14}$	8.236.188,35	100.000,00	8.136.188,35	98,79
2021	344	0,49	$3,44 \times 10^{14}$	8.107.680,95	100.000,00	8.007.680,95	98,77
2022	330	0,48	$3,30 \times 10^{14}$	7.951.533,25	100.000,00	7.851.533,25	98,74
2023	309	0,46	$3,09 \times 10^{14}$	7.703.771,88	100.000,00	7.603.771,88	98,70
2024	300	0,46	$3,00 \times 10^{14}$	7.592.247,72	100.000,00	7.492.247,72	98,68
2025	287	0,45	$2,87 \times 10^{14}$	7.425.083,12	100.000,00	7.325.083,12	98,65
2026	279	0,44	$2,79 \times 10^{14}$	7.318.458,56	100.000,00	7.218.458,56	98,63
2027	270	0,43	$2,7,0 \times 10^{14}$	7.194.906,02	100.000,00	7.094.906,02	98,61
2028	265	0,43	$2,65 \times 10^{14}$	7.124.554,16	100.000,00	7.024.554,16	98,60
2029	255	0,42	$2,55 \times 10^{14}$	6.980.023,19	100.000,00	6.880.023,19	98,57
2030	248	0,42	$2,48 \times 10^{14}$	6.875.692,54	100.000,00	6.775.692,54	98,55
2031	240	0,41	$2,40 \times 10^{14}$	6.753.123,54	100.000,00	6.653.123,54	98,52
2032	233	0,41	$2,33 \times 10^{14}$	6.642.837,23	100.000,00	6.542.837,23	98,49
2033	231	0,40	$2,31 \times 10^{14}$	6.610.789,20	100.000,00	6.510.789,20	98,49
2034	221	0,40	$2,21 \times 10^{14}$	6.446.832,98	100.000,00	6.346.832,98	98,45
2035	216	0,39	$2,16 \times 10^{14}$	6.362.455,30	100.000,00	6.262.455,30	98,43
2036	213	0,39	$2,13 \times 10^{14}$	6.311.033,71	100.000,00	6.211.033,71	98,42

Fonte: SHS (2015)

Vale frisar que os processos de remoção de DBO e de coliformes fecais (termotolerantes) são diferentes. A remoção da DBO é feita por meio de degradação biológica e a de coliformes fecais (termotolerantes) acontece por meio de desinfecção. Portanto, o sistema de tratamento necessário para os esgotos sanitários do município, tanto para a sede quanto para os distritos, deve conter esses dois processos: tratamento biológico e desinfecção. Somente dessa forma, o lançamento dos efluentes no corpo receptor estará de acordo com a legislação vigente.

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

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

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

O tratamento de 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 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 diversos componentes ou unidades, que são capazes de remover esses diferentes poluentes.

Levando-se 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, o que demandaria a construção e manutenção de uma rede coletora muito extensa, além de estações elevatórias (EEE) para recalcar os esgotos até o tratamento (ETE).

Dessa forma, parece mais viável que sejam adotadas formas diferentes e independentes de tratamento na sede e em cada um dos distritos do município.

O município já conta com uma ETE instalada e operante, porém apenas o esgoto sanitário coletado na sede é enviado para essa ETE.

A eficiência de remoção de DBO dessa estação apresenta uma média de 71%, ou seja, o tratamento da cidade não atende ao município como um todo (incluindo sede e distritos) e não tem a remoção de DBO necessária para fazer com que os esgotos atendam à legislação.

O esgoto coletado na margem direita do rio Doce é afastado para a Estação de Tratamento de Esgoto específica para a margem direita. O mesmo acontece com a margem esquerda, ou seja, são dois sistemas separados, um para cada margem do rio Doce. Ambas as ETEs são dotadas de grade manual, caixa de areia, reator anaeróbio, decantador, leito de secagem, queimador de gás. A ETE da margem direita tem capacidade nominal de tratamento de 25 L/s, enquanto que a da ETE da margem esquerda tem capacidade para 8,64 L/s. Dessa forma, as duas ETEs tem capacidade para tratar os esgotos do município, dentro do horizonte do projeto (até 2036), uma vez que a vazão média estimada para o período nunca extrapola a vazão que as duas comportam. No entanto, é preciso atentar-se par a eficiência de remoção de DBO da ETE e também se é feita a desinfecção de modo a obter os as características aceitáveis pela legislação.

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.

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.

Caso haja no município, moradias que não tenham banheiro, uma possível solução seria a implantação de *Módulos Sanitários*, que são construções padronizadas contendo um vaso sanitário, um lavabo e um chuveiro (Figura 59).

Figura 59 - Módulo Sanitário

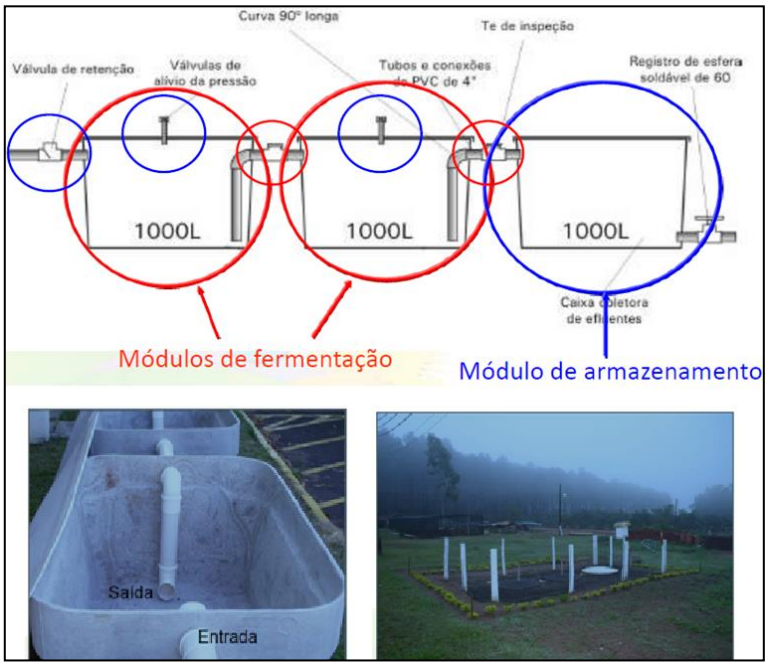
Fonte: COPANOR, 2014

Além disso, para o esgotamento sanitário das propriedades mais isoladas tem-se as seguintes soluções desenvolvidas pela Embrapa, levando-se em conta critérios como *tecnologias simples, eficientes e de baixo custo*:

- Fossa Séptica Biodigestora;
- Jardim Filtrante.

A fossa séptica biodigestora é um sistema composto de dois tanques de fermentação, que utiliza o processo de biodigestão anaeróbia, e um último de armazenamento, conforme mostra a Figura 60.

Figura 60 - Ilustração esquemática da Fossa Biodigestora desenvolvida pela Embrapa e fotos reais da instalação e projeto finalizado

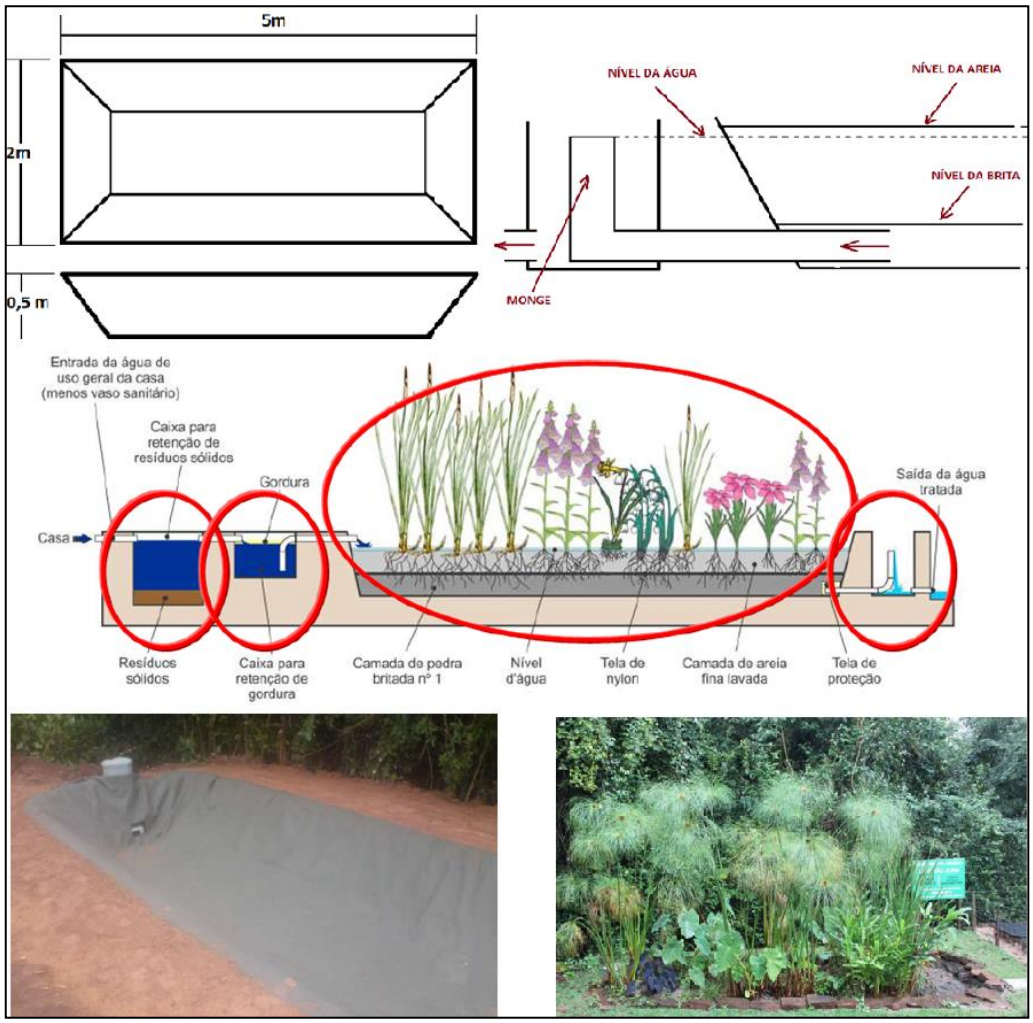


Fonte: Embrapa, 2013

O projeto da Embrapa somente trata o esgoto do vaso sanitário de uma residência com até cinco pessoas em média, mas é possível o redimensionamento para cada caso, pois o sistema é modular. O custo de instalação é bem acessível (aproximadamente R$ 1.500,00) e sua manutenção é simples.

Já os Jardins Filtrantes são sistemas que simulam as áreas alagadas naturais (*wetlands*) utilizando plantas e micro-organismos trabalhando juntos na depuração da água, sendo que aquelas agem como absorventes de nutrientes e contaminantes (Figura 61).

Figura 61 - Ilustração esquemática do Jardim Filtrante desenvolvido pela Embrapa e fotos reais da instalação e projeto finalizado



Fonte: Embrapa, 2013

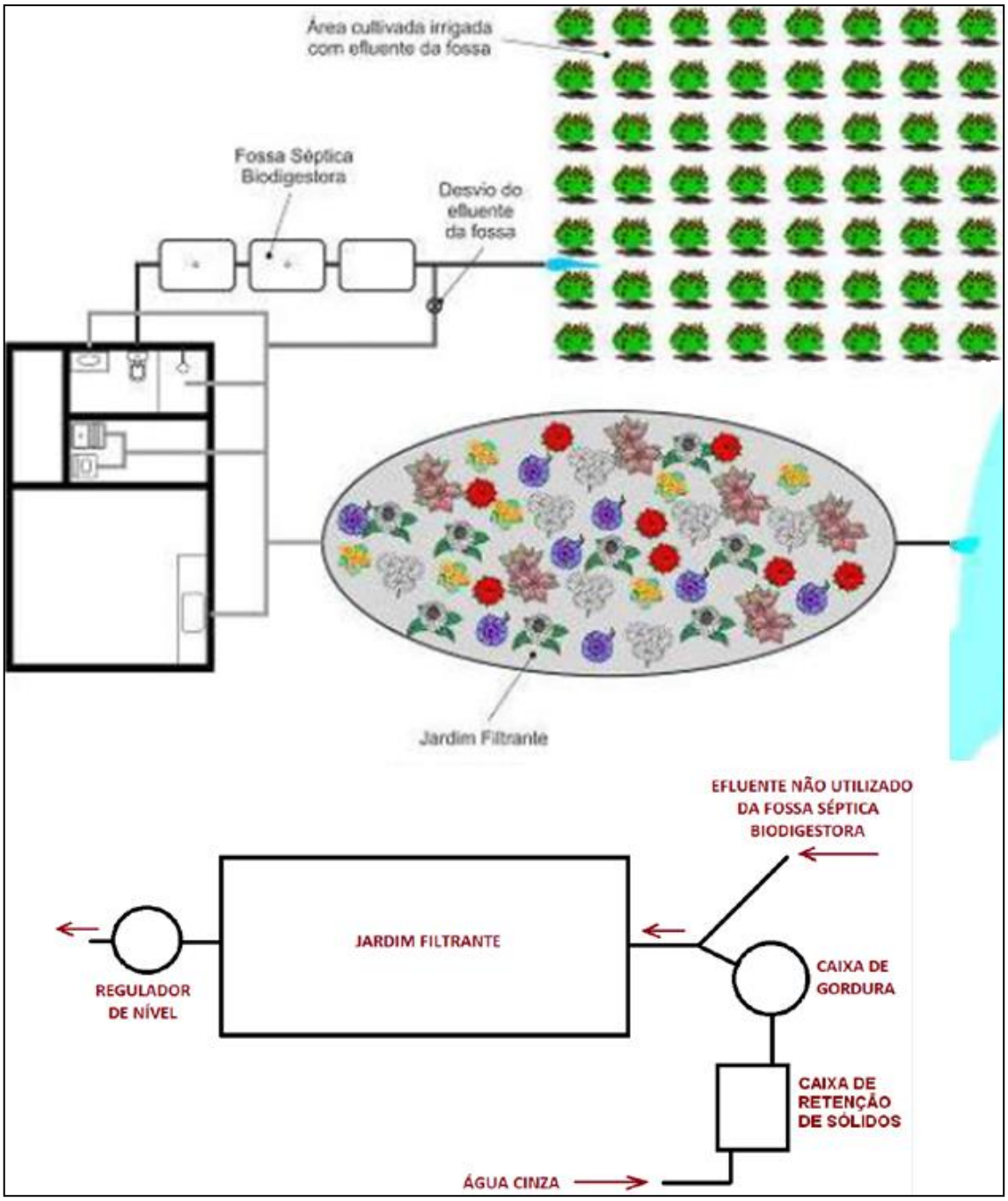
O Jardim Filtrante é utilizado para tratar os demais efluentes, conhecidos como “água cinza”, tais como: pia, chuveiro, tanque, inclusive o efluente final da fossa biodigestora apresentado acima. Existe ainda a possibilidade de utilização do efluente da fossa biodigestora para fornecer nutrientes às culturas perenes, entretanto deve-se estudar caso a caso.

Para a instalação do Jardim Filtrante são necessárias as seguintes condições:

I. 1m² por habitante da residência;
II. Toda a cava deve ser impermeabilizada com uma geomembrana;
III. Devem ser utilizadas plantas preferencialmente nativas da região e toda a água que sai do sistema deve ser descartada seja em solo ou em corpo hídrico.

Assim, sugere-se que o sistema seja composto dos dois subsistemas mostrados na Figura 62.

Figura 62 - Ilustração esquemática do Projeto Final



Fonte: Embrapa, 2013

3.3. Objetivos, metas, ações e estimativa de custos

Para o sistema de esgotamento sanitário foram propostos cinco objetivos específicos, de acordo com os aspectos do SES e com as características de Resplendor 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 76 são apresentadas as metas para cada objetivo proposto, de forma sistematizada, além dos prazos para que cada meta seja atingida.

Quadro 76 - Objetivos e metas do Setor de Esgotamento Sanitário

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 77 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$ 16.402.500,00** (dezesseis milhões, quatrocentos e dois mil e quinhentos reais).

Quadro 77 - Orçamento e plano de execução das ações do Sistema de Esgotamento Sanitário

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
2.1.1.01	**Ação 1:** Elaborar minuciosamente o cadastro do sistema existente na sede.	X				120.000,00	***C= Estimativa mínima de rede a ser cadastrada x *custo unitário (m) de cadastro de rede.*** Fonte: Banco de Obras e Serviços da SABESP, 2015, ref: *cadastro de redes=2,28/m Estimativa mínima a ser cadastrada: 50 km
2.1.1.02	**Ação 2:** Avaliar, a partir do cadastro, sistema existente na sede quanto a sua funcionalidade e necessidade de ampliações, substituições e adequações.	X				60.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Sênior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 235,64 Quantidade mínima de horas de dedicação: 255 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				220.000,00	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				500.000,00	***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:** Projetar Estação de Tratamento de Esgoto para cada distrito.	X				750.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
2.1.1.06	**Ação 6:** Avaliar, a partir do cadastro, sistema existente em cada distrito quanto a sua funcionalidade e necessidade de ampliações, substituições e adequações.	X				150.000,00	**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: 640 horas
2.1.1.07	**Ação 7:** Projetar, a partir da avaliação, as ampliações, substituições e adequações necessárias à rede coletora, principalmente para atender os locais sem coleta de esgoto.	X				360.000,00	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 (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
2.1.1.08	**Ação 8:** Projetar, a partir dos novos projetos de rede coletora, o afastamento do esgoto das novas redes que levará o esgoto para a futura ETE.	X				280.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
2.1.1.09	**Ação 09:** Realizar as obras dos projetos da sede e distritos.	X				5.317.500,00	***C=Custo unitário (R$/hab) para tratamento de esgotos x população atendida*** Fonte: Jordão e Pessoa (2005): ref: Custo de tratamento 500,00 /hab - atualização pelos índices inflacionários.
2.1.1.10	**Ação 10:** 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				24.000,00	***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: *40 horas; **140 horas
2.1.2.11	**Ação 11:** Elaborar minuciosamente o cadastro do sistema existente nas comunidades rurais agrupadas (rede coletora e lançamentos).	X				160.000,00	***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: 70 km
2.1.2.12	**Ação 12:** Avaliar, a partir do cadastro, sistema existente nas comunidades rurais agrupadas quanto a sua funcionalidade e necessidade de ampliações, substituições e adequações.	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: 110 horas/ano
2.1.2.13	**Ação 13:** Projetar, a partir da avaliação, as ampliações, substituições e adequações necessárias à rede coletora das comunidades rurais agrupadas.	X				280.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
2.1.2.14	**Ação 14:** Projetar, a partir dos novos projetos de rede coletora, o tratamento do esgoto (ETE) das comunidades rurais agrupadas.	X				320.000,00	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 (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
2.1.2.15	**Ação 15:** Projetar, a partir dos novos projetos de rede coletora e da ETE, o afastamento do esgoto (interceptores) para futuras ETEs das comunidades rurais agrupadas.	X				250.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
2.1.2.16	**Ação 16:** Realizar as obras dos projetos das comunidades rurais.	X	X			1.700.000,00	***C= custo unitário (R$/hab) para tratamento de esgotos x população atendida*** Jordão e Pessoa (2005): ref: Custo de tratamento 500,00 /hab - atualização pelos índices inflacionários.
2.2.1.17	**Ação 17:** 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				110.000,00	***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
2.2.2.18	**Ação 18:** Instalar módulos sanitários nas propriedades sem banheiro (Programa de Esgotamento Sanitário Rural).	X				800.000,00	**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
2.2.2.19	**Ação 19:** 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

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
2.2.2.20	**Ação 20:** Monitorar continuamente os equipamentos instalados de esgotamento sanitário nessas propriedades com soluções estáticas (individuais, principalmente) para verificar a situação do tratamento e necessidade de manutenção (Programa de Esgotamento Sanitário Rural).	X	X	X	X	850.000,00	***C= custo unitário da análise x n° amostras x frequência de amostragem*** Fonte: Laboratório de Saneamento da EESC/USP (2016) ref:R$ 600,00/amostra
2.3.1.21	**Ação 21:** Avaliar as possibilidades de gestão.	X				*	
2.3.1.22	**Ação 22:** Implementar novo modelo de gestão adotado, caso a Ação 2.3.1.22 tenha concluído pela modificação do modelo de gestão atual.	X				*	
2.3.4.23	**Ação 23:** Atualizar continuamente o levantamento cadastral dos sistemas de esgotamento sanitário de todo o município.	X	X	X	X	*	
2.3.4.24	**Ação 24:** Atualizar a legislação municipal com estabelecimento de diretrizes para novos empreendimentos imobiliários, de forma a planejar melhor a expansão dos sistemas de esgotamento sanitário.	X				*	
2.3.2.25	**Ação 25:** Elaborar manuais de operação para cada ETE, existente e futura, incluindo procedimentos corretos para o lançamento de esgotos e destinação dos lodos.	X				200.000,00	***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: 550 horas/ano
2.3.1.26	**Ação 26:** Avaliar o quadro de funcionários para verificar as necessidades de novas contratações frente às novas instalações e ampliações dos sistemas.	X	X	X	X	60.000,00	***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: 430 horas

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
2.3.1.27	**Ação 27:** Realizar a capacitação dos funcionários frente às novas práticas, conforme as novas instalações dos sistemas de esgotamento sanitário e as substituições.	X	X	X	X	140.000,00	***C= valor homem-hora (técnico)* x horas treinamento x frequência de treinamento*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 71,98 Quantidade mínima de treinamento: 3/ano Quantidade de profissionais participante: 8 pessoas Duração do treinamento: 4 horas/treinamento
2.3.1.28	**Ação 28:** Elencar as possibilidades de entidade reguladora para o SES e escolher a ideal para o município.	X				*	
2.3.1.29	**Ação 29:** Iniciar as atividades com a entidade reguladora.	X				*	
2.3.1.30	**Ação 30:** Atender rigorosamente às diretrizes estabelecidas pela Agência Reguladora.	X	X	X	X	*	
2.3.3.31	**Ação 31:** Avaliar continuamente o indicador de desempenho a fim de buscar melhorias de gestão financeira.	X	X	X	X	60.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas + valor homem-hora (analista econômico-sênior)** x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R$ 122,04 ; **R$ 166,42 Quantidade mínima de horas de dedicação: * 245 horas; **120 horas
2.3.3.32	**Ação 32:** Avaliar continuamente os gastos com energia elétrica do sistema, realizando substituição de equipamentos que tenham maior consumo energético por equipamentos de menor consumo.	X	X	X	X	60.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 25 horas/ano

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
2.3.3.33	**Ação 33:** Avaliar continuamente os gastos com produtos químicos utilizados nos sistemas, realizando substituição de equipamentos que tenham melhor eficiência na aplicação automatizada dos produtos, redução do desperdício no armazenamento, transporte e manejo do estoque.	X	X	X	X	20.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 10 horas/ano
2.3.3.34	**Ação 34:** 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	*	
2.3.3.35	**Ação 35:** Estabelecer funcionários dentro da Prefeitura Municipal que seriam responsáveis por organizar os dados operacionais e administrativos do setor de abastecimento do município e alimentar os Sistema de Informações e, consequentemente, o SNIS.	X				*	
2.4.1.36	**Ação 36:** 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			60.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 50 horas/ano

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
2.4.1.37	**Ação 37:** Realizar estudos técnicos necessários para a obtenção das Portarias de Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos e licenciamento das unidades do SES encontradas em situação irregular, segundo levantamento inicial, e dar andamento aos trâmites necessários.	X	X			60.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 60 horas/ano
2.4.2.38	**Ação 38:** 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
2.4.2.39	**Ação 39:** 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
2.4.3.40	**Ação 40:** 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	*	
2.4.3.41	**Ação 41:** 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
2.5.1.42	**Ação 42:** Realizar eventos públicos (como audiências) periodicamente, com o intuito de informar a população sobre a situação dos SESs no município e receber sugestões/reclamações.	X	X	X	X	75.000,00	***C=número de eventos X preço das conveniências*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R$ 27,00/pessoa N° de eventos:4 eventos/ano N° médio de participantes:35 pessoas

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
2.5.2.43	**Ação 43:** Realizar eventos e oficinas sobre Educação Ambiental para a conscientização da população sobre os direitos e deveres dos usuários com relação ao SES. Organizar visitas educativas às ETEs do munícipio.	X	X	X	X	75.000,00	***C=número de eventos X preço das conveniências*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R$ 27,00/pessoa N° de eventos:4 evento/ano N° médio de participantes:35 pessoas
2.5.3.44	**Ação 44:** 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
2.5.3.45	**Ação 45:** Atualizar os respectivos sites ou perfis em redes sociais.	X	X	X	X	*	
2.5.3.46	**Ação 46:** 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	1.100.000,00	***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
2.5.4.47	**Ação 47:** 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	X	160.000,00	**C=SM*x n° entrevistadoresx17anos** *SM: valor do salário mínimo nacional vigente pago uma vez ao ano N° de entrevistadores: 10 pessoas

(s/o/m/a) = nº do setor / nº do objetivo / nº da meta / nº da ação. **R$ 16.402.500,00**

*: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, 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.
- 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 Resplendor possui várias 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 as diversas "soluções" adotadas pelas comunidades rurais locais, indicando as ações necessárias para a adequação das mesmas de forma a torná-las compatíveis com a legislação vigente.

De uma 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 os aglomerados adotam soluções individualizadas, ou seja, cada moradia apresenta sua própria solução para o afastamento dos esgotos nela produzidos, traduzidas em fossas rudimentares ou lançamentos diretos em cursos d'água.

Assim, a seguir são descritas todas as situações encontradas nas localidades 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. 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. 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 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 situação do esgotamento sanitário e a qualidade das propriedades, informando a população residente. Salienta-se que é possível criar um só grupo para os dois programas.

O mutirão serviria, inicialmente, para realizar o cadastramento das propriedades rurais de acordo com o tipo de solução adotada, qualidade do tratamento e da infraestrutura instalada e demanda da propriedade. Posteriormente, teriam a função de instalar as soluções ideais, monitorar as melhorias do tratamento e da qualidade do

corpo receptor (quando houver), verificar como está o manejo dos resíduos gerados e sempre atualizar o cadastro. A periodicidade dos mutirões poderia ser semestral e ocorrer juntamente com o programa de água.

3.5. Ações para emergências e contingências

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

Foram identificados eventos de emergência e contingência, e consequentemente, 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 ociosas por muito tempo. 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**: **i**niciar 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 Resplendor, especificamente a Secretaria de Obras Públicas, Secretaria do Meio Ambiente e Secretaria do Planejamento e Habitação.

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 talvegues, cursos d'água,

independentemente da execução de obras específicas e tampouco da localização de extensas áreas urbanizadas, por ser o escoadouro natural das águas pluviais. A macrodrenagem herdou as funções da malha hídrica original (MARTINS, 2012).

Dentre os diversos fatores causadores de inundações, pode-se citar a ocupação desordenada do solo, não somente na área urbana como também em toda a área da bacia de contribuição, e o direcionamento do escoamento pela drenagem urbana, sem atentar aos volumes escoados (FEAM, 2015). O sistema de drenagem deve atuar de forma a drenar os escoamentos sem produzir impactos no local, nem a jusante.

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

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 78 apresenta os efeitos da urbanização na drenagem urbana.

Quadro 78 - 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 Resplendor 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. Não há uma relação de quantos funcionários são utilizados nos serviços do setor de drenagem.

Resplendor possui cinco distritos, o maior deles, denominado Calixto, está localizado a nordeste 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 casas com marcas d'água, demonstrando terem sido atingidas por inundações, locais com problemas de erosão, entre outros.

4.1.2.1.1. Sede Municipal de Resplendor

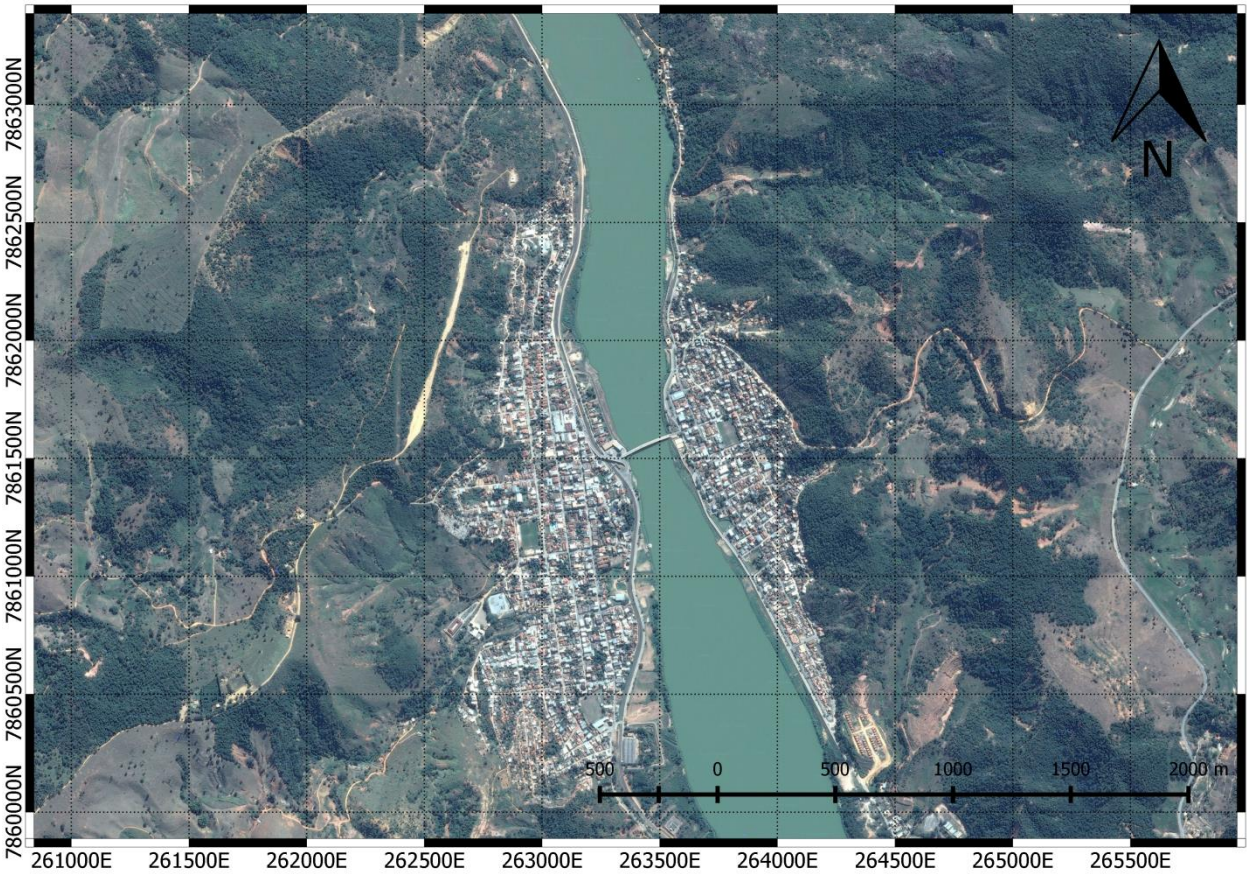
A sede municipal de Resplendor (Figura 63) está instalada às margens do Reservatório da UHE Aimorés, que utiliza a própria calha do rio Doce, como reservatório. O município, em sua estrutura urbana, apresenta uma rede de drenagem ineficiente e em mau estado de conservação, com problemas tanto nos dispositivos de macro quanto de microdrenagem.

Os principais corpos hídricos que cortam o local são o rio Doce e seus contribuintes.

Sua macrodrenagem, cujo principal componente é o rio Doce, é totalmente operada pela UHE Aimorés. Toda a descarga da microdrenagem é recebida em tanques de amortecimento construídos pela Usina.

Há um povoado denominado "Horácio", localizado próximo à sede, que posteriormente será abordado, no que se refere à sua dinâmica de drenagem.

Figura 63 - Vista panorâmica da sede municipal de Resplendor



Fonte: Google Earth (2015)

4.1.2.1.2. Distrito de Bom Pastor

O Distrito de Bom Pastor (Figura 64) está situado a uma distancia aproximada de 36km da sede municipal. Trata-se de um dos menores distritos do município e possui problemas relacionados tanto a micro quanto a macrodrenagem. No distrito existem cursos hídricos perenes e intermitentes. O principal corpo hídrico que corta o distrito é o ribeirão Resplendor e a maior reclamação da população quanto à drenagem são as enxurradas advindas da região do cemitério.

Figura 64 - Vista panorâmica do distrito de Bom Pastor

Fonte: Google Earth (2015)

4.1.2.1.3. Distrito Calixto

Calixto (Figura 65) é o maior distrito de Resplendor em contingente populacional e está situado a uma distancia aproximada de 20km da sede municipal. O principal corpo hídrico que corta a localidade é o córrego Calixto.

O distrito possui sérios problemas com a drenagem, em épocas de cheias, já que a zona urbana ocupa todas as margens do corpo hídrico, e este passa ao longo da área urbanizada. A população indicou diversos problemas relacionados a inundações e enxurradas, estas últimas provenientes da parte alta e do cemitério.

Figura 65 - Distrito de Calixto

Fonte: Google Earth (2014)

4.1.2.1.4. Distrito Campo Alegre de Minas

Campo Alegre de Minas (Figura 66) é o distrito situado à maior distância da sede, aproximadamente 46km.

Assim como os distritos anteriores, o distrito de Campo Alegre de Minas, também apresenta problemas relacionados tanto com a micro quanto com a macrodrenagem, principalmente agravados pela falta de rede de drenagem. O principal corpo hídrico do distrito é o ribeirão Bananal.

Figura 66 - Distrito de Campo Alegre de Minas

Fonte: SHS (2015)

4.1.2.1.5. Distrito Independência

Independência (Figura 67) é um pequeno distrito, situado a cerca de 24km da sede municipal. Este local apresenta sérios problemas relacionados à macrodrenagem e também à microdrenagem.

O principal corpo hídrico que passa entre as residências do distrito é o córrego Visicatório.

Figura 67 - Distrito de Independência

Fonte: SHS (2015)

4.1.2.1.6. Distrito de Nicolândia

Nicolândia (Figura 68) é um município situado a uma distância, por estrada, de 45km da sede municipal. Com problemas na micro e macrodrenagem, ressaltam-se as inundações recorrentes, a falta de manutenção dos canais de macrodrenagem e a ocorrência de processos erosivos no cemitério com carreamento de solo na rua atrás da escola. Os principais corpos hídricos que passam pelo distrito são o ribeirão Resplendor e o córrego Santa Cruz.

Figura 68 - Distrito de Nicolândia

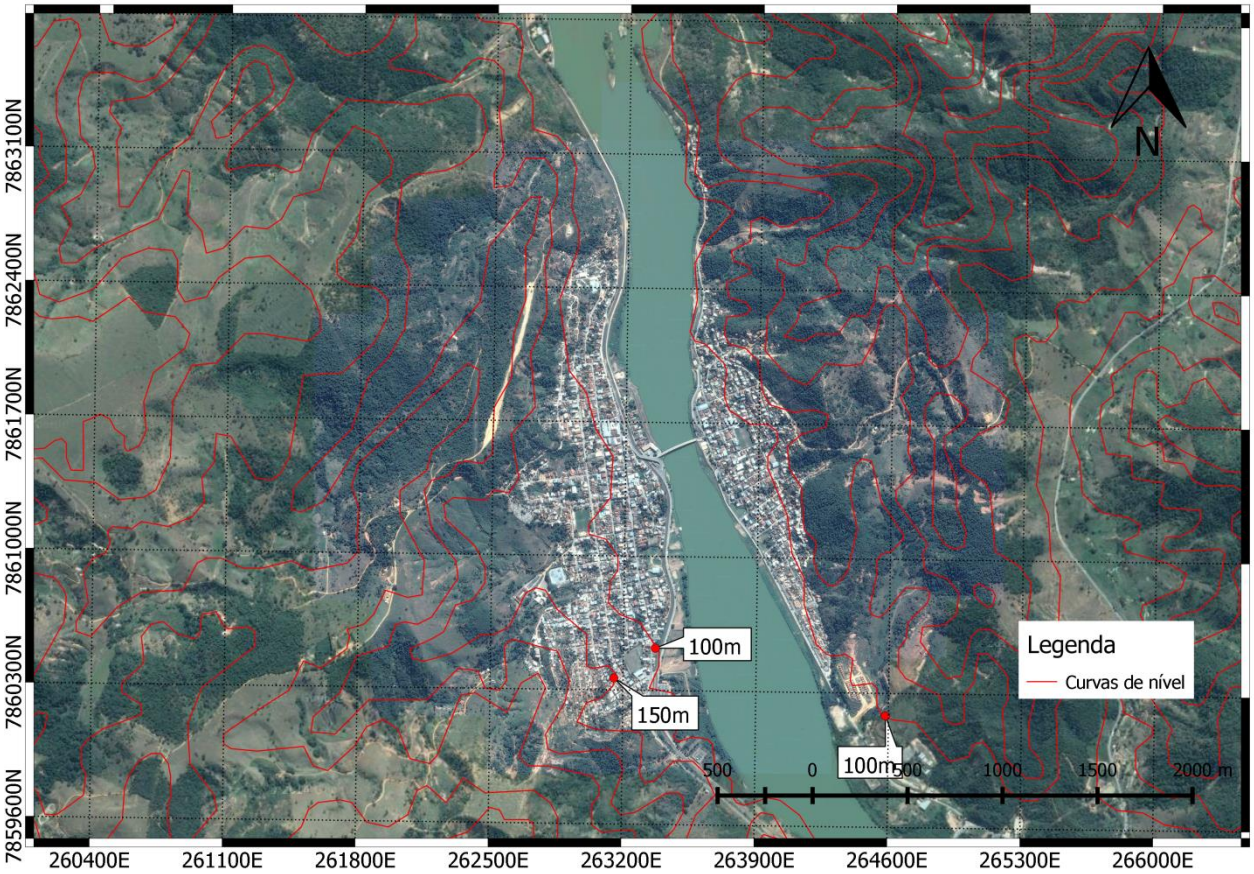
Fonte: SHS (2015)

4.1.2.2. Infraestrutura atual da microdrenagem

4.1.2.2.1. Infraestrutura da microdrenagem na sede municipal

O principal problema ligado à microdrenagem na sede municipal advém do fato do município estar localizado às margens do rio Doce e este mesmo corpo hídrico servir como reservatório da UHE Aimorés. Esta situação exige um sistema de drenagem eficiente e que não sofra remansos do reservatório. A UHE Aimorés opera com o reservatório na cota de 90m (PACUERA UHE-Aimorés, 2007). Este fato deve colocar em alerta todo o sistema de drenagem que opera com cotas próximas a esta ou mesmo que sofra remanso nos dispositivos finais da macrodrenagem (Figura 69). Para evitar este processo (sofrer remanso), todo o lançamento da microdrenagem é feito em tanques de amortecimento. Destes, posteriormente as águas são lançadas, por meio de bombas de recalque, ao reservatório.

Figura 69 - Cotas de nível na sede em Resplendor



Fonte: Google Earth / IGAM (2015)

O problema se agrava se o reservatório operar com a cota de coroamento da barragem, que corresponde a El. 93,00m. Isto poderia acarretar em alguns pontos de inundação em determinados locais da cidade.

A elaboração de diagnósticos desses pontos frágeis e susceptíveis a alagamentos é de extrema importância para que se possa planejar ações e usos do solo no município. Para isso é necessário que se faça um levantamento hipsométrico de baixa amplitude em toda a sede municipal.

Os problemas da microdrenagem são muitos. Entre eles:

- Bocas de lobo exalando mau cheiro (Figura 70).
- Existência de uma grande diversidade de dispositivos coletores, muitos deles não funcionais para manutenção preventiva.
- Lançamento de esgoto nas redes de águas pluviais ou redes de drenagem.

- Vias com poucas bocas de lobo com rede pouco ramificada.
- Ocupações sem planejamento, o que impede a instalação de rede de drenagem eficiente.
- A alta declividade associada a uma drenagem ineficiente.

Figura 70 - Aspectos das bocas de lobo

Fonte: SHS (2015)

O povoado Horácio, por sua vez, não tem problemas com a microdrenagem, apesar de esta inexistir em suas poucas vias.

4.1.2.2.2. Infraestrutura atual da microdrenagem no distrito Bom Pastor

Na rede de microdrenagem do distrito Bom Pastor, assim como na da sede municipal, não houve planejamento algum, foi se adaptando ao crescimento urbano.

De modo geral, a microdrenagem é insuficiente e quase inexistente.

As vias de paralelepípedos 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, já que não há locais apropriados para dar vazão à água represada, assim há registros de

alagamentos, e por vezes de inundações, em residências localizadas na via central e próximas a corpos hídricos (Figura 71).

Figura 71 - Aspectos das vias sem microdrenagem.

Fonte: SHS (2015)

4.1.2.2.3. Infraestrutura atual da microdrenagem do distrito de Calixto

A microdrenagem do distrito de Calixto é ineficiente e as estruturas para captação de água pluvial, quando existem, muitas vezes estão em locais pouco funcionais. O maior problema, segundo relatos dos moradores locais, em relação à rede de microdrenagem, é a incapacidade da mesma em dar vazão à demanda e, por vezes, esta microdrenagem que deságua em córregos próximos sofrem refluxo durante altas vazões dos corpos hídricos relacionados a altas cotas.

Assim, com o refluxo da microdrenagem, em muitas redes de esgotos que a ela estão interligadas, também ocorre o retorno dos esgotos para as residências, ocasionando sérios problemas de contaminação da população com esgoto doméstico.

Assim podem-se descrever os problemas relacionados à microdrenagem como:

- Rede de drenagem pouco ramificada e por vezes inexistente ou insuficiente em determinadas vias (Figura 72).
- Vias com locação de equipamentos de microdrenagem em locais não ideais (Figura 73).
- Equipamentos de drenagem (bocas de lobo), sem padrão e de difícil manutenção (Figura 74).

- Locais onde não há rede de coleta de esgoto, onde as residências dispõem seus esgotos direto na rede de drenagem.

Figura 72 - Vias com drenagem insuficiente

a – Trechos de vias sem drenagem

b - Vias com alta declividade sem drenagem

c – Local de alagamentos sem bocas de lobo

Fonte: SHS (2015)

Figura 73 - Boca de lobo alocada em pontos não ideais (destaque)

Fonte: SHS (2015)

Figura 74 - Bocas de lobo sem padrão e de difícil manuntenção

Fonte: SHS (2015)

4.1.2.2.4. Infraestrutura atual da microdrenagem do distrito Campo Alegre de Minas

De modo geral, as vias do distrito não são pavimentadas, o que dificulta a instalação da rede de microdrenagem (Figura 75a). Nas poucas vias pavimentadas não existem equipamentos de drenagem eficientes, ocasionando transtornos para a comunidade em dias de alta pluviosidade.

Em alguns locais, quando não há equipamentos de microdrenagem, a população improvisa trechos para o escoamento pluvial (Figura 75b).

Figura 75 - Aspectos das vias de Campo Alegre

a- Vias sem pavimentação e microdrenagem

b- Solução dada pela comunidade para escoar água pluvial

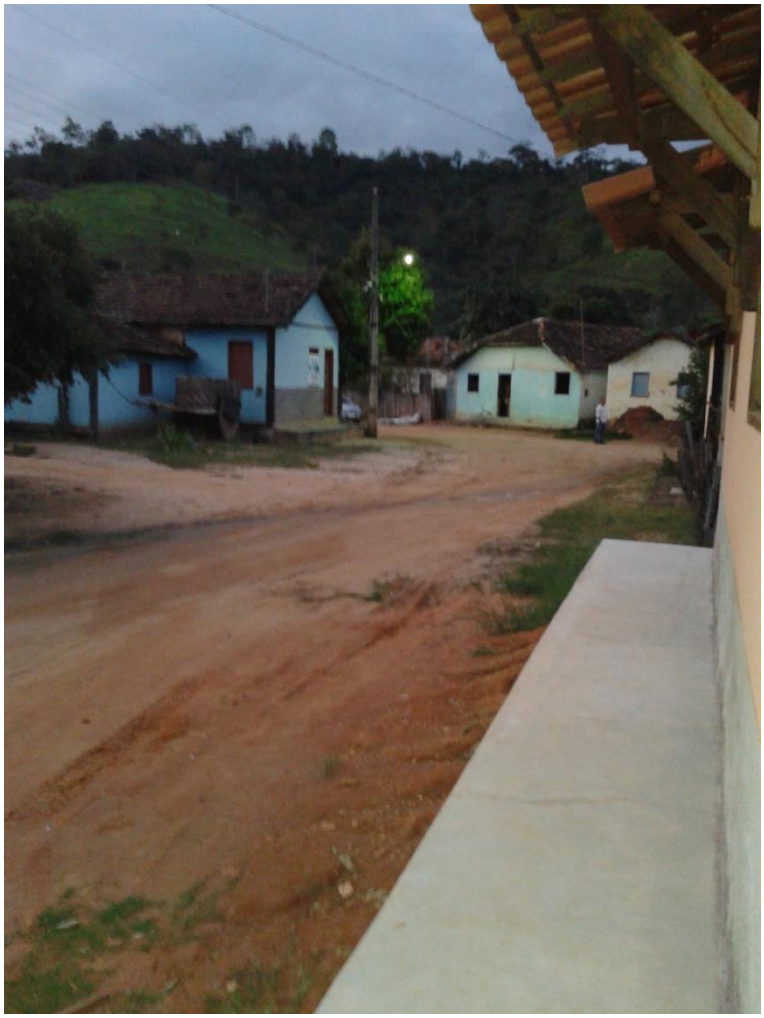
Fonte: SHS (2015)

4.1.2.2.5. Infraestrutura atual da microdrenagem do distrito Independência

O distrito de Independência possui uma rede de drenagem pouco ramificada e ineficiente. Em épocas de cheias o distrito sofre com as inundações. Dentro do distrito correm alguns corpos hídricos que trazem grandes prejuízos à saúde da população já que há casos de disposição de esgoto in natura nesses mesmos corpos hídricos.

De modo geral, as vias não são permeabilizadas, o que origina um grande carreamento de sólidos para a parca drenagem existente, e isso também dificulta a instalação de sarjetas ou bocas de lobo (Figura 76).

Figura 76 - Aspectos das vias no distrito de Independência



Fonte: SHS (2015)

4.1.2.2.6. Infraestrutura atual da microdrenagem do distrito de Nicolândia

A microdrenagem no distrito de Nicolândia, de uma maneira geral, é deficiente, com coletores pontuais. As vias dos distritos não são pavimentadas, o que dificulta a instalação de equipamentos de drenagem.

Além do fato da dificuldade de escoamento, a não pavimentação das vias acelera o assoreamento dos corpos hídricos devido ao carreamento de solos.

Existem pontos de inundações no distrito e esse fato merece atenção já que há disposição do esgoto doméstico *in natura* nos corpos hídricos, o que posteriormente afeta a população durante as inundações.

Figura 77 - Aspectos das vias e da rede de drenagem de Nicolândia

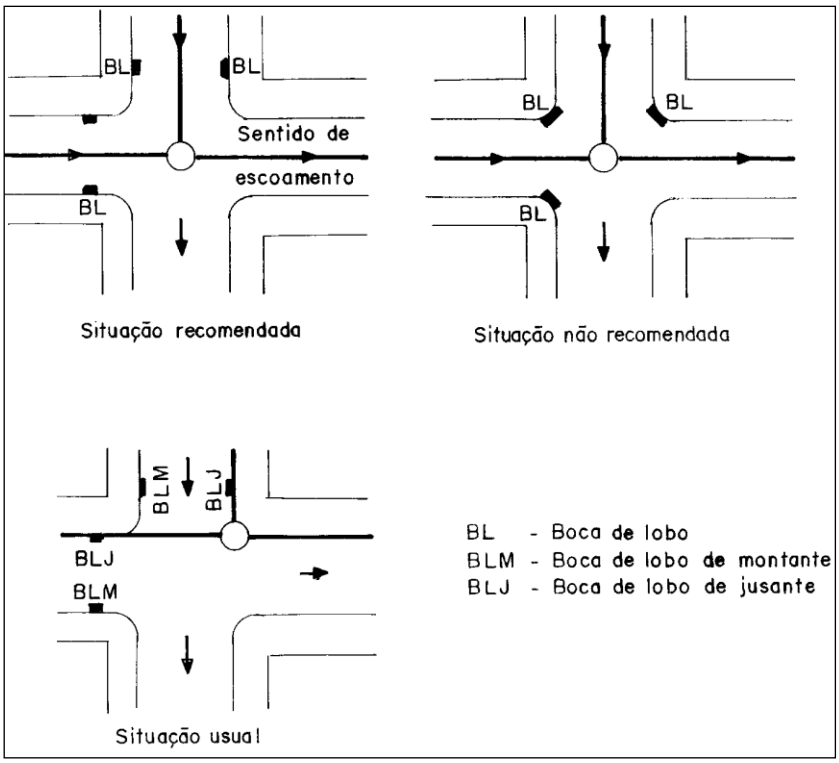
Fonte: SHS (2015)

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

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 atinge o limite de vazão da sarjeta; imediatamente à 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 78 ilustra as condições adequadas e inadequadas de colocação das bocas de lobo.

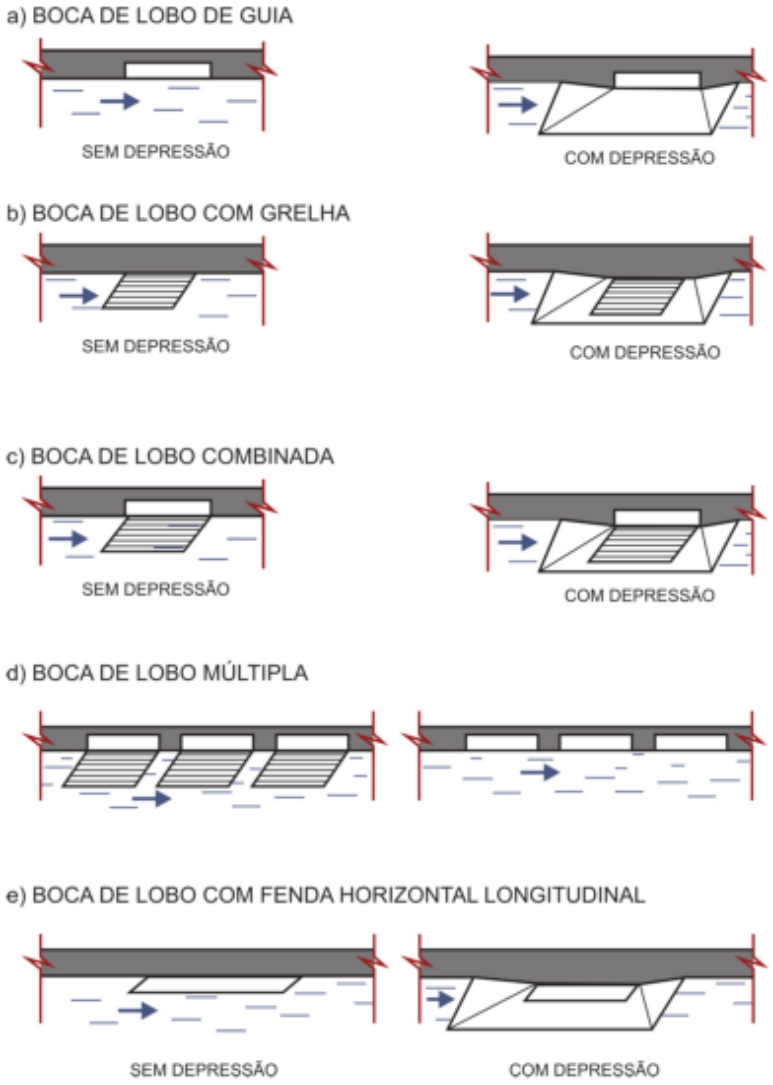
Figura 78 - Rede coletora



Fonte: TUCCI (1993)

As configurações das bocas de lobo podem ser realizadas conforme Figura 79 (SMDU, 2012).

Figura 79 - Configurações de boca de lobo



Fonte: SMDU (2012)

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

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

Em que:

Q: vazão de engolimento (m3/s);

h: a altura da lâmina de água (m);

L: o comprimento da soleira (m).

Outro dispositivo importante que deve ser considerado na drenagem do município são os dissipadores. 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, estes, 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.

4.1.2.2.8. Manutenção da microdrenagem

4.1.2.2.8.1. Manutenção da microdrenagem na sede municipal

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

As grades de alguns dispositivos de coleta de água, bocas de lobo, muitas vezes impedem uma manutenção periódica, já que são fixas de uma forma não funcional.

Em algumas bocas de lobo foram observados tapumes, indicando odor desagradável proveniente da utilização da rede de drenagem para lançamento de esgoto.

4.1.2.2.8.2. Manutenção da microdrenagem do distrito Bom Pastor

Não existem relatos de manutenção preventiva no distrito de Bom Pastor, 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.

4.1.2.2.8.3. Manutenção da microdrenagem do distrito Calixto

Não existem relatos de manutenção preventiva no distrito de Calixto 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.

4.1.2.2.8.4. Manutenção da microdrenagem do distrito Campo Alegre de Minas.

Não existem relatos de manutenção preventiva e periódica da microdrenagem em Campo Alegre de Minas. De uma forma geral a população improvisa soluções quando é afetada pelas águas pluviais.

4.1.2.2.8.5. Manutenção da microdrenagem do distrito Independência.

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

É perceptível que também há poucos investimentos na rede de drenagem. Ocorre o lançamento de esgotos domésticos in natura em alguns corpos hídricos que passam pelo distrito.

4.1.2.2.8.6. Manutenção da microdrenagem do distrito Nicolândia.

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

Foi constatada a presença de resíduos sólidos nas poucas bocas de lobo existentes no sistema de drenagem deste distrito.

4.1.2.3. Infraestrutura atual da macrodrenagem

4.1.2.3.1.1. Infraestrutura atual da macrodrenagem na sede municipal

O principal corpo hídrico que atravessa a sede municipal de Resplendor é o rio Doce, e este também funciona como reservatório (Figura 80), como já foi descrito anteriormente. Em aspectos gerais, o rio Doce nasce no município de Rio Doce, após junção dos rios Carmo e Piranga. A sede municipal está instalada entre as UHE Baguari (a montante) e UHE Aimorés (a jusante), porém, como a UHE Baguari está a uma distância relativamente grande, só é considerada como influente na macrodrenagem da sede municipal a UHE Aimorés.

Segundo ANA (2015), a UHE Aimorés possui um reservatório de aproximadamente 185,22 hm^3, uma área de drenagem de 62167 km^2, vazão defluente

total de 18915 m³/s² e opera à uma cota de 90m, porém podendo chegar a 93m (cota de coroamento), caso a vazão afluente supere a vazão defluente (Tabela 1).

O fato de a sede municipal estar às margens do reservatório da UHE Aimorés, tem grande influência no sistema de drenagem. A tabela apresentada a seguir traz alguns dados da UHE Aimorés.

Figura 80 - Vista do reservatório

Fonte: SHS (2015)

Tabela 1 - Dados do UHE Aimorés

UHE Aimorés	
Dados	Valores
Nível mínimo operativo	89,6
Volume mínimo operativo	173,0807 hm³
Nível máximo operativo	90 m
Volume máximo operativo	185,22 hm³
Área máxima operativa	30,47 Km²
Volume morto	173,0807 hm³
Volume total	185,22 hm³
Data do início do volume morto	21/04/2005
Capacidade de vertimento max	17490 m³/s²
Vazão defluente máxima	18915 m³/s²
Cota da crista do vertedouro	76 m
Área de drenagem	62167 km²
Cota de coroamento	93 m
Cota soleira da comporta	75,2 m
Nível max_maximorum	92 m
Volume max_maximorum	249,23 hm³
Área max_maximorum	32,9 Km²
Volume útil	12,14 hm³
Vazão restrição	3600 m³/s²
Código de reservatório da ANEEL	56990780

Fonte: ANA (2015)

É preciso analisar as regiões abaixo da cota do reservatório, a fim de classificar as regiões susceptíveis a inundações e alagamentos.

Na visita técnica à sede municipal, foi possível reconhecer alguns problemas inerentes à macrodrenagem, bem como foi disponibilizado à SHS Engenharia Sustentável, diagnósticos anteriores, que serviram para a construção do presente diagnóstico.

Durante a amostragem, foram visitados alguns pontos de lançamento da macrodrenagem, onde foi possível reconhecer, pelas marcas d'água, a cota que o reservatório atinge normalmente no lançamento final da macrodrenagem (Figura 81). Se a cota do reservatório for superior à cota de lançamento, isso ocasionará o refluxo da mesma, resultando em problemas à comunidade.

Figura 81 - Cota do reservatório no lançamento da macrodrenagem (detalhe)

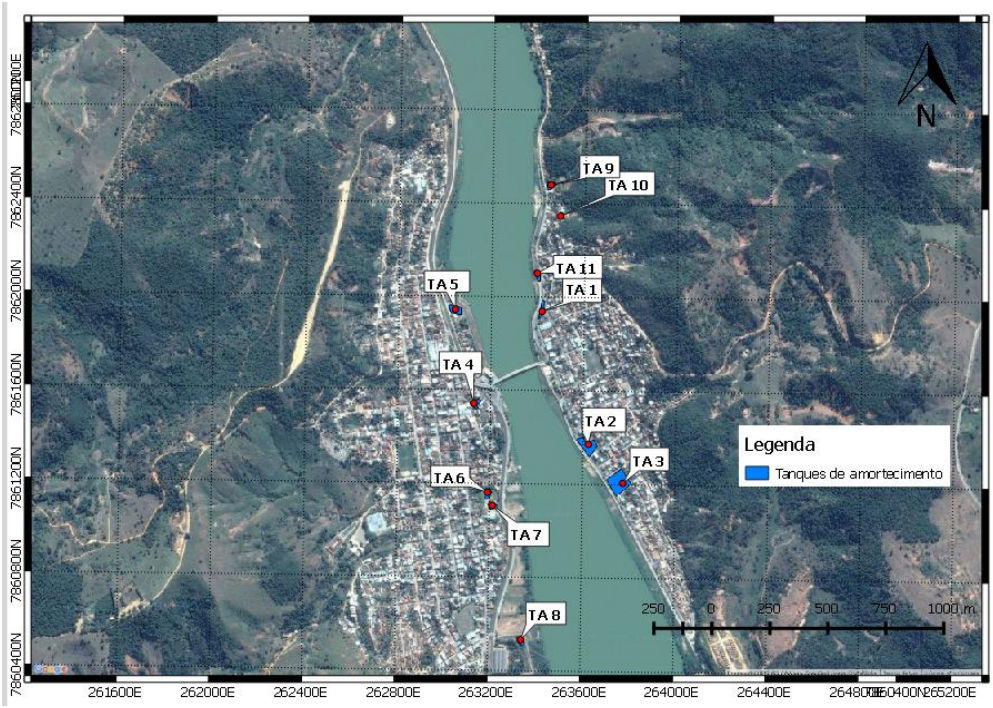
Fonte: SHS (2015)

Além da rede de drenagem, a sede municipal conta com alguns dispositivos hidráulicos para controle de enchentes: os tanques de amortecimentos (TA), são onze (11) tanques que recebem toda descarga da rede de microdrenagem. Os tanques funcionam com bombas de recalque utilizadas para drenar, lançando as águas diretamente no rio Doce (Figura 82).

Todas as operações dos tanques, assim como a manutenção dos mesmos, são monitoradas pela UHE Aimorés.

Os tanques têm capacidades e formatos variados e de modo geral estão próximos às estações elevatórias de esgoto. Alguns tanques são revestidos de cimento e outros são mais permeáveis (Figura 83).

Figura 82 - Tanques de amortecimento na sede de Resplendor.



Fontes: Google Earth/ UHE Aimorés/SHS (2015)

Além dos tanques de amortecimento e dos dispositivos de lançamento convencionais, também foi analisado o córrego do Salgado (Figura 84).

O córrego do Salgado é o corpo hídrico que trás mais problemas à rede de drenagem. Devido ao assoreamento e ao lançamento de esgotos de forma contínua, este corpo hídrico é um grande foco de reclamações por parte da população, tanto por mau cheiro, quando por problemas relacionados à drenagem.

Antes da foz do corpo hídrico, o mesmo é lançando em um dique de contenção. Só depois de passar por este dique e galeria, atinge o rio Doce (Figura 85).

Figura 83 - Características dos tanques de amortecimento

Fonte: SHS (2015)

Figura 84 - Hidrografia do córrego do Salgado.

Fonte: Google Earth (2015)

Figura 85 - Vista do dique de contenção do córrego do Salgado

Fonte: SHS (2015)

No povoado Horácio, por estar instalado a uma distância relativamente grande dos corpos hídricos, não existem reclamações do gênero por parte dos moradores.

4.1.2.3.1.2. Infraestrutura atual da macrodrenagem do distrito Bom Pastor

A macrodrenagem do distrito Bom Pastor, assim como a microdrenagem, também não foi planejada, e também sofre os reflexos de uma ocupação desordenada ao longo do corpo hídrico.

O corpo hídrico mais importante que passa pelo distrito, como já foi dito, é o ribeirão Resplendor, além do córrego Palmeiras e o córrego Constantina, estando este distrito a montante do distrito de Nicolândia, se utilizarmos o ribeirão como referência. Neste trecho o ribeirão está moderadamente assoreado e com pouquíssima mata ciliar em suas margens (Figura 86).

Por falta de drenagem eficiente, associada ao desmatamento e assoreamento dos corpos hídricos, neste distrito foi constatada a presença de vários pontos de inundação, e marcas d'água em residências próximas às zonas ciliares (Figura 87).

Figura 86 - Hidrografia do distrito Bom Pastor

Fonte: Google Earth (2015)

Figura 87 - Histórico de inundação em Bom Pastor (marcas d'água e aparato com objetivo de impedir a entrada d'água)

Fonte: SHS (2015)

Como parte do trabalho de diagnóstico foram avaliadas as condições das pontes sobre os corpos hídricos do distrito (Figura 88). A primeira ponte amostrada (Figura 89) está sobre um córrego com nascente próxima, que foi totalmente assoreado, hoje já não existe mais água no local, só restou a ponte e o córrego assoreado (coordenadas UTM: 24K 285664mE; 7868634mS). Esse fato merece atenção, já que este corpo hídrico tido como intermitente poderá voltar a conduzir água durante um período

chuvoso, fato que trará problemas a comunidade.

Figura 88 - Pontes amostradas no perímetro urbano do distrito Bom Pastor.

Fonte: Google Earth (2015)

Figura 89 - Ponte sobre o córrego assoreado (Ponte 1)

Fonte: SHS (2015)

A segunda “ponte” amostrada está totalmente destruída e atravessa o ribeirão Resplendor, porém, no local que antes havia uma ponte, restaram somente os tubos como se pode visualizar na Figura 90 (coordenadas UTM: 24K 285355 mE; 7868428 mS).

Figura 90 - Ponte amostra sobre ribeirão Resplendor (Ponte 2)

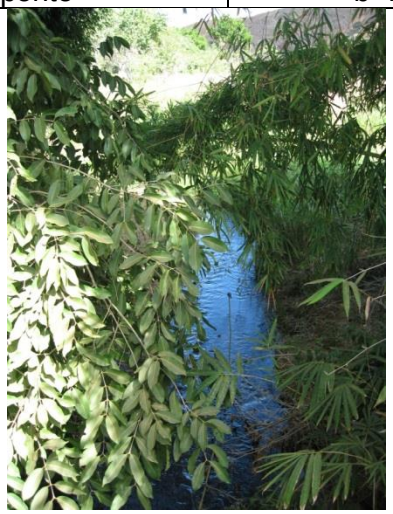
Fonte: SHS (2015)

A jusante do ponto anterior existe uma terceira ponte sobre o mesmo ribeirão, porém em perfeitas condições (Figura 91). Essa ponte possui dimensões de: 4,6m de comprimento e 3m de altura, (coordenadas UTM: 24K 285206mE; 7868386mS).

Figura 91 - Ponte amostrada sobre o ribeirão Resplendor (Ponte 3)

a- Visão geral da ponte

b- Ribeirão a montante



c- Ribeirão a jusante

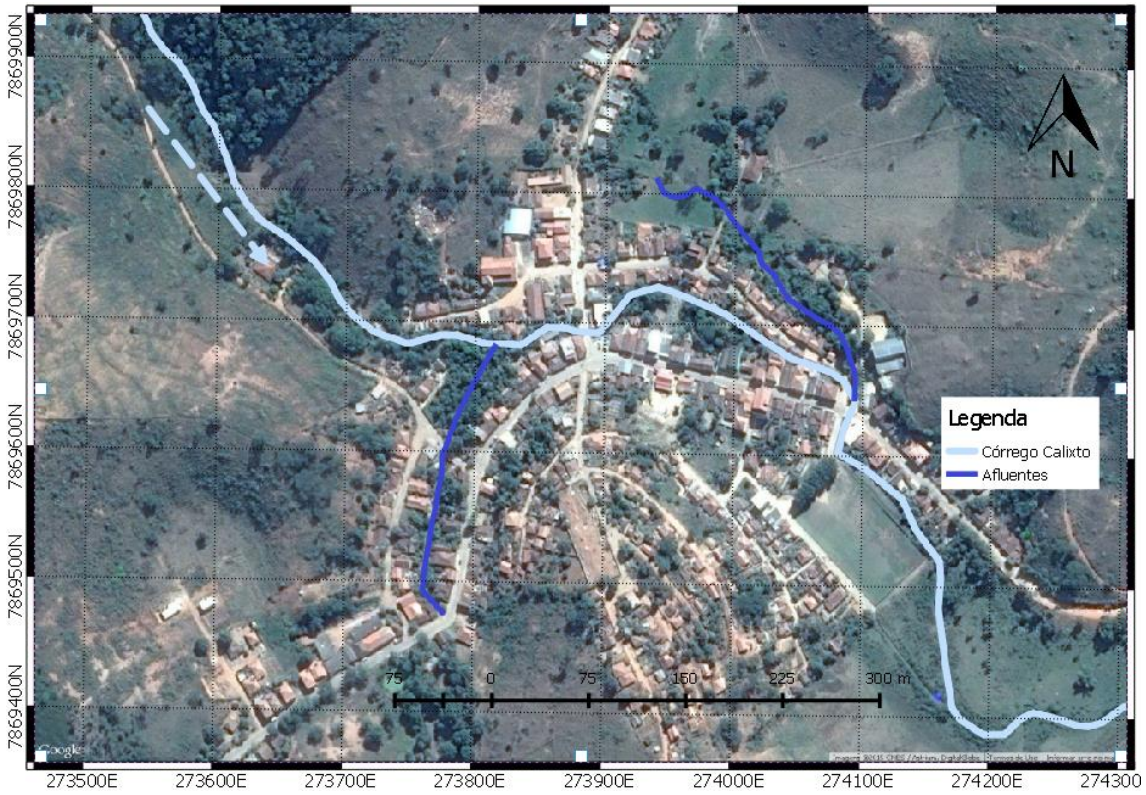
Fonte: SHS (2015)

4.1.2.3.1.3. Infraestrutura atual da macrodrenagem do distrito Calixto

O distrito de Calixto tem muitos problemas relacionados à macrodrenagem. Durante períodos intensos de chuvas a população local é afetada por inundações e alagamentos.

O principal corpo hídrico que passa pelo distrito é o córrego Calixto (Figura 92). Devido à impermeabilização das áreas de infiltrações naturais e à ocupação das margens do corpo hídrico, o córrego que em seu estado natural excederia seu leito normal ocupando possíveis áreas de inundação natural, devido as ocupações, qualquer aumento de cota traz problemas para a comunidade.

Figura 92 - Hidrografia do distrito Calixto



Fonte: Google Earth (2015)

Esta descaracterização da calha do corpo hídrico (Figura 93), aliada à inexistência de um sistema de coleta de esgoto, ocasiona sérios problemas à saúde da população local, já que as inundações não trazem somente águas pluviais, mas também esgoto doméstico sem tratamento, configurando os episódios em eventos dotados de risco de contaminação.

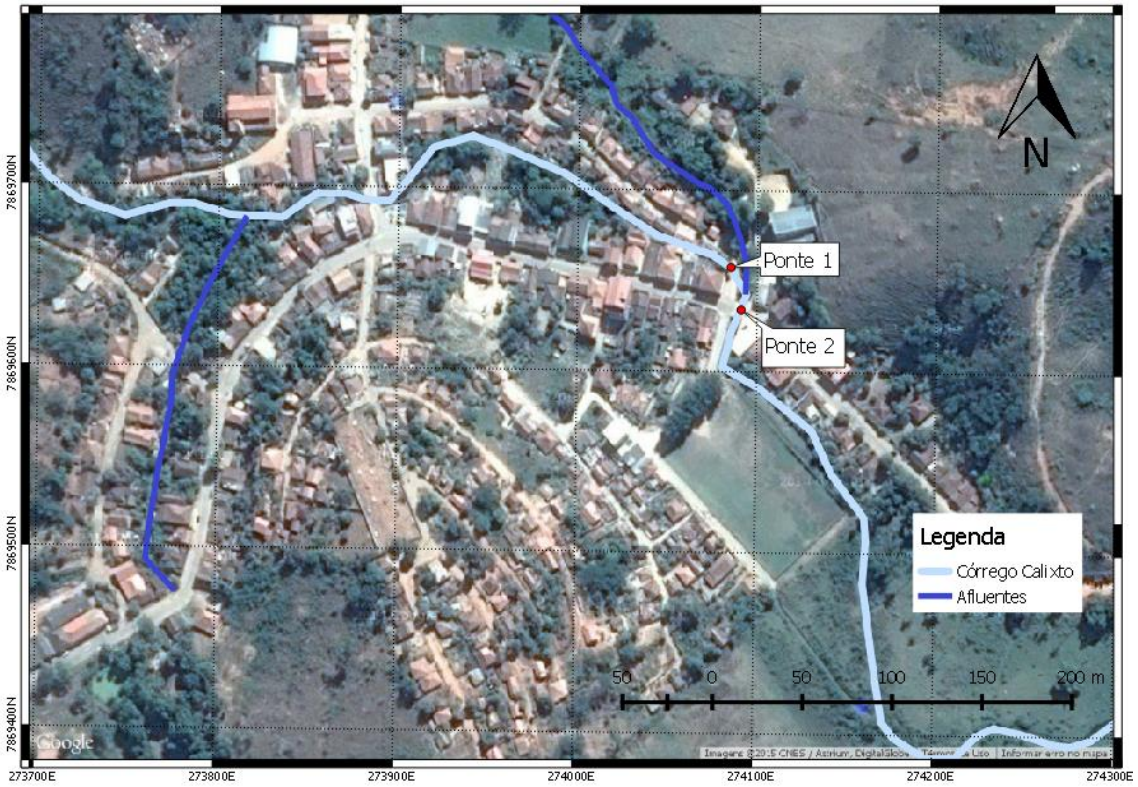
Figura 93 - Descaracterização da calha do corpo hídrico e ocupações das zonas ciliares

Fonte: SHS (2015)

Como parte do trabalho de diagnóstico, foram avaliadas as condições de duas pontes do distrito e suas influências sobre os corpos hídricos (Figura 94). A partir da primeira ponte amostrada (4,1m de comprimento e 0,8m de altura), foi possível visualizar, além da ocupação da área ciliar, o assoreamento do leito e grande quantidade de esgoto *in natura* correndo junto à água do corpo hídrico (Figura 95).

A segunda ponte amostrada, a jusante da primeira, (4m de comprimento e 1,8m de altura), não parece apresentar tantos problemas quanto à primeira, devido à sua maior dimensão (Figura 94). E justamente no entorno desta ponte e deste corpo hídrico acontecem as inundações no distrito Calixto, o que foi possível de se perceber, pelas marcas d'água nas casas localizadas nas proximidades (Figura 97).

Figura 94 - Pontes amostradas



Fonte: SHS (2015)

Figura 95 - Vista parcial da ponte.

a- Vista a montante

b-Vista a jusante

Fonte: SHS (2015)

Figura 96 - Segunda ponte amostrada

Fonte: SHS (2015)

Figura 97 - Vista da ponte e marca d'água encontrada (ponte em primeiro plano e casa com marcas d'água em segundo plano).

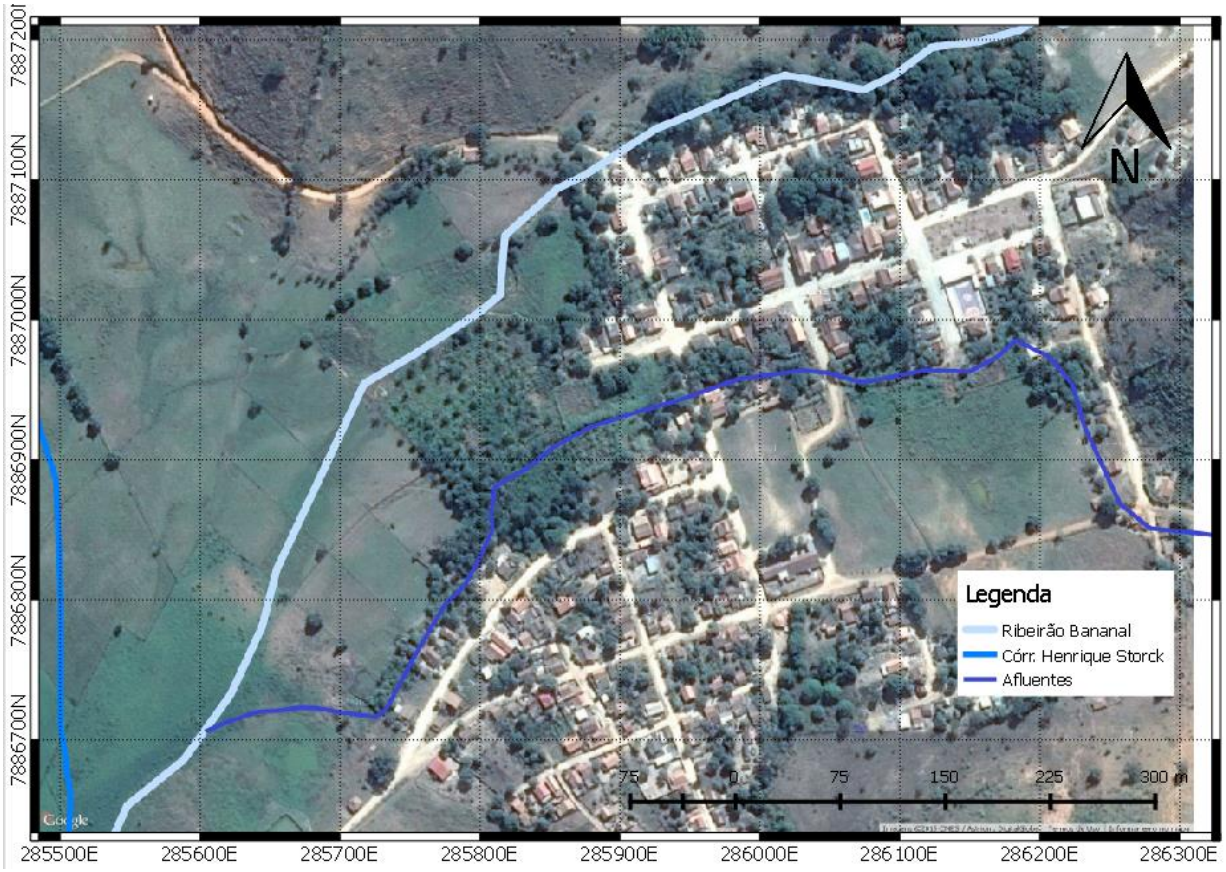
Fonte: SHS (2015)

4.1.2.3.1.4. Infraestrutura atual da macrodrenagem do distrito Campo Alegre de Minas

O distrito de Campo Alegre tem alguns problemas relacionados à macrodrenagem. Há histórico de inundações durante períodos intensos de chuvas.

Os principais corpos hídricos que passam pelo distrito é o ribeirão Bananal, córrego Henrique Storck e afluentes (Figura 92). Existem muitas áreas de alagamento no entorno do distrito, deduzível pela quantidade de áreas alagadiças encontradas.

Figura 98 - Hidrografia do distrito Campo Alegre de Minas



Fonte: Google Earth (2015)

4.1.2.3.1.5. Infraestrutura atual da macrodrenagem do distrito Independência

O pequeno Distrito Independência está inserido em uma geografia montanhosa, e, associada a esta, houve uma ocupação de áreas naturalmente alagáveis.

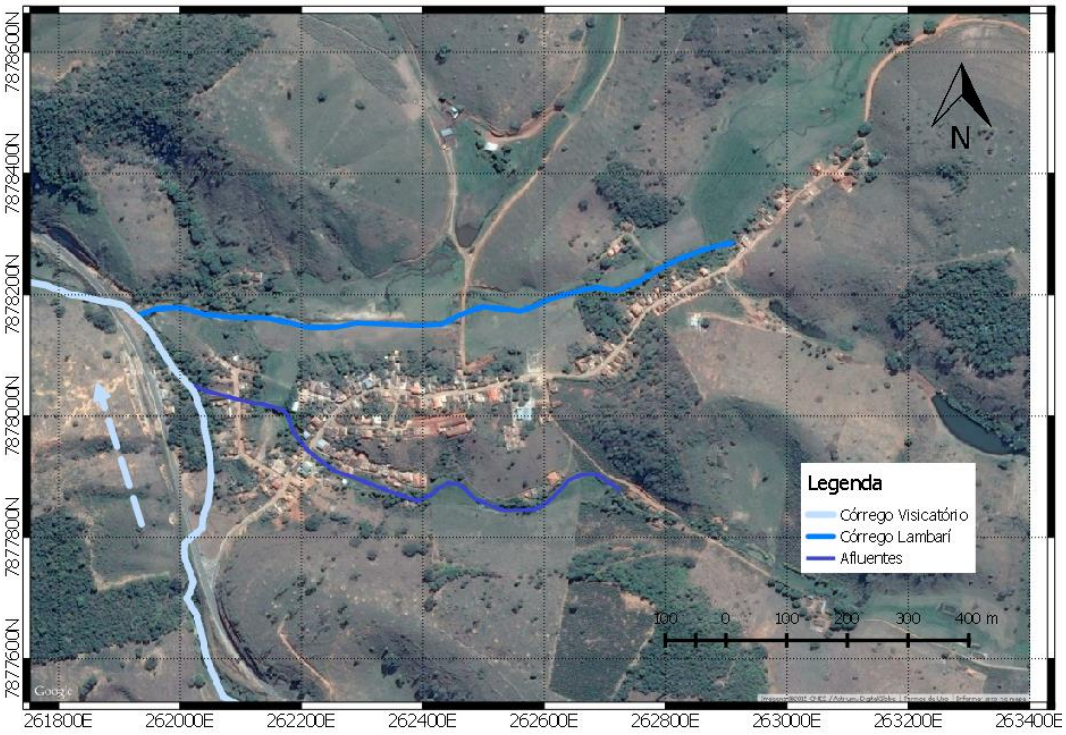
Os principais corpos hídricos que passam pelo distrito é o córrego Visicatório (usado para abastecimento), o córrego Lambarí e os afluentes (Figura 99).

Outro problema que agrava a questão de alagamento e inundação é o fato de não haver captação de esgoto em todas as residências e não haver tratamento do esgoto captado, possibilitando a contaminação da população local a partir do esgoto in natura disposto nos corpos hídricos.

Foram encontrados marcas d'água em algumas residências, além de fotográficas que podem ser utilizadas como registros históricos (Figura 100).

Neste distrito não existem pontes em situação de risco de sofrerem transbordamentos.

Figura 99 - Hidrografia do distrito de Independência



Fonte: Google Earth (2015)

Figura 100 - Registros de inundação no distrito de Independência

Fonte: SHS (2015)

4.1.2.3.1.6. Infraestrutura atual da macrodrenagem do distrito Nicolândia

O distrito de Nicolândia tem dois corpos d'água principais passando por ele (Figura 101), o córrego Resplendorzinho e o córrego Santa Cruz, que a partir de suas junções formam o Ribeirão Resplendor (Figura 102).

O distrito de Nicolândia também sofre com as inundações, associadas ao uso e ocupação do solo e a utilização de pontes com menores capacidades de vazão do que exigem os corpos hídricos.

Foram encontrados registros de inundações por marcas d'água em residências além de registro verbais feitos pelos moradores (Figura 103).

O alagamento e inundação são agravados pelo fato de não haver captação de esgoto em todas as residências e não haver tratamento da parte do esgoto captado, ocasionando assim uma contaminação da população local a partir do esgoto in natura disposto nos corpos hídricos.

Figura 101 - Hidrografia do distrito de Nicolândia

Fonte: Google Earth (20015)

Figura 102 - Encontro dos córregos Santa Cruz e Resplendorzinho (afluente a esquerda)

Fonte: SHS (2015)

Figura 103 - Registro de inundações em Nicolândia

Fonte: SHS (2015)

Como parte do trabalho de diagnóstico, foram amostradas e avaliadas as condições de três pontes do distrito e suas influências sobre os corpos hídricos (Figura 104 e Figura 94).

A primeira ponte amostrada possui cerca de 6 metros de comprimento e 2,1 metros de altura (coordenadas UTM: 24K 290759 mE; 7873603 mS) e está sobre o Córrego Sta. Cruz. Neste local também é possível visualizar grande quantidade de esgoto disposto *in natura* no corpo hídrico. Também é possível visualizar que no trecho a montante do córrego a mata ciliar no entorno do corpo hídrico é menor que o recomendado por legislação.

A segunda ponte amostrada (Figura 106) possui 5,5 metros de comprimento e 2,5 metros de altura (coordenada UTM: (24K 291035m E / 7873544m S), a montante da ponte anterior, cabe ainda ressaltar que no entorno deste local há registros de inundação nas residências locais (marca d'água).

A terceira ponte amostrada (Figura 107), pelas características apresentada fica próximo a uma região de acúmulo de água. Essa ponte está construída sobre uma manilha de aproximadamente 1 m de diâmetro (coordenadas UTM :24K 290423 mE; 7873639 mS).

Figura 104 - Pontes amostradas em Nicolândia

Fonte: SHS (2015)

Figura 105 - Primeira ponte amostrada em Nicolândia e Córrego Sta Cruz

Fonte: SHS (2015)

Figura 106 - Segunda ponte amostrada em Nicolândia

a- Marca d'água

b- Vista da ponte

c- Ponte a jusante

d- Ponte a montante

Fonte: SHS (2015)

Figura 107 - Terceira ponte amostrada em Nicolândia

a- Zona de acúmulo de água

b- Vista da passagem da água.

Fonte: SHS (2015)

4.1.2.4. Manutenção da macrodrenagem

4.1.2.4.1.1. Manutenção da Macrodrenagem da Sede

A manutenção da macrodrenagem da sede é compartilhada com a Prefeitura Municipal. Os tanques de amortecimento são de responsabilidade da UHE Aimorés, assim como a limpeza do dique da foz do córrego do Salgado.

A manutenção a cargo da UHE Aimorés ocorre normalmente. Durante a visita aos tanques de amortecimento foi possível presenciar o serviço de roçagem e o desassoreamento do dique do córrego do Salgado (Figura 108)

A manutenção a cargo da prefeitura ocorre no formato de caráter corretivo.

Figura 108 - Manutenção preventiva no dique do córrego do Salgado

Fonte: SHS (2015)

4.1.2.4.1.2. Manutenção da macrodrenagem em Bom Pastor

Não existem relatos de manutenção preventiva da macrodrenagem no distrito Bom Pastor. Os leitos estão assoreados, e em particular, existe um córrego intermitente, onde é possível visualizar grande quantidade de sedimento em seu leito. É necessária toda a recomposição da mata ciliar no entorno, bem como a delimitação da área urbanizável.

4.1.2.4.1.3. Manutenção da macrodrenagem em Calixto

Não existem relatos de manutenção preventiva dos corpos hídricos do distrito Calixto. De modo geral, o córrego Calixto sofre com a ocupação urbana em suas margens e seu leito, com algumas áreas alagáveis, e que sofrem processos de inundação, é necessário delimitar e planejar as áreas passíveis de crescimento urbano, a fim de mitigar possíveis problemas futuros.

4.1.2.4.1.4. Manutenção da macrodrenagem em Campo Alegre

Não existem relatos de manutenção preventiva dos corpos hídricos do distrito Campo Alegre. Os assoreamentos nos corpos hídricos são expressivos, chegando a obstruir parcialmente os leitos e obstruindo 50% da capacidade de alguns tubos, sendo necessário manutenção preventiva para um bom funcionamento.

4.1.2.4.1.5. Manutenção da macrodrenagem em Independência

Não existem relatos de manutenção preventiva dos corpos hídricos do distrito Independência, porém há relatos de manutenção corretiva e conflitos nesta manutenção. Segundo moradores, o desassoreamento do córrego Lambari foi interrompido e impedido por estar dentro de áreas particulares.

4.1.2.4.1.6. Manutenção da macrodrenagem em Nicolândia

Não existem relatos de manutenção preventiva dos corpos hídricos do distrito Nicolândia, apesar da expressiva quantidade de resíduos no corpo hídrico, juntamente com grande quantidade de esgoto. Também foi observado assoreamento relativo, com grande quantidade de gramínea avançando o leito dos corpos hídricos.

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

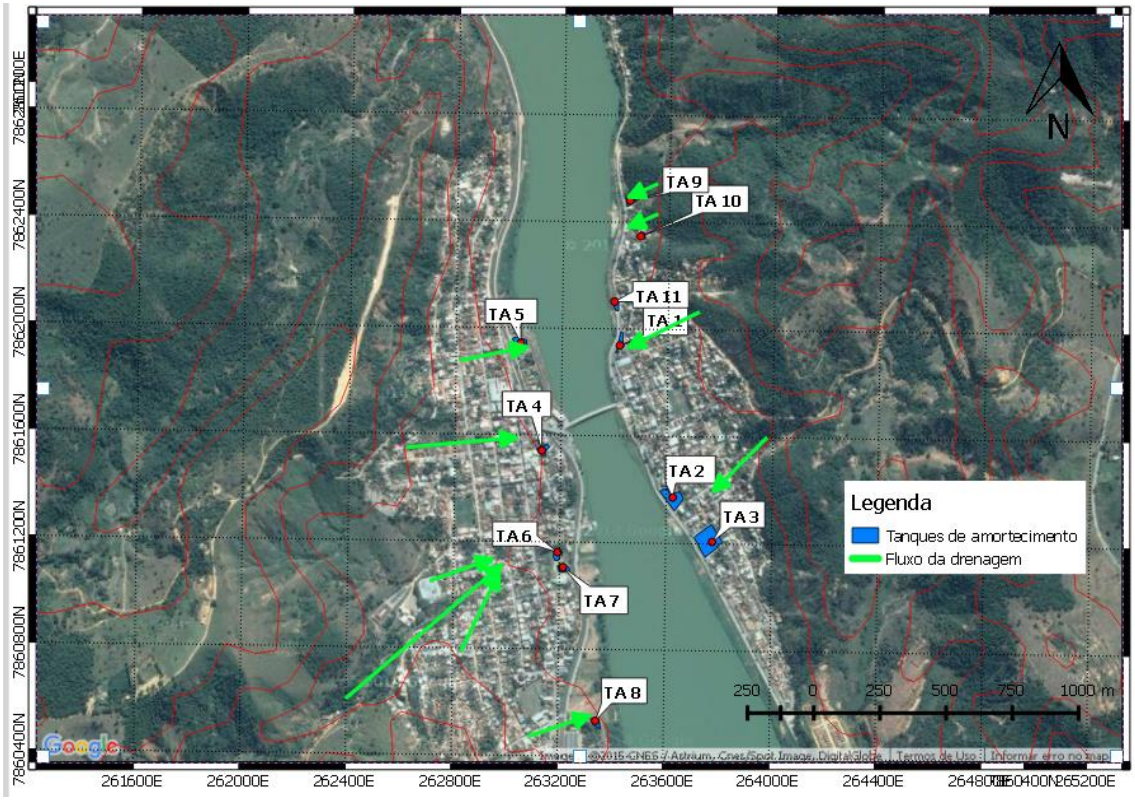
Para melhor compreensão do sistema de drenagem municipal traçou-se um croqui georreferenciado dos principais pontos de lançamento da macrodrenagem municipal.

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 Doce e corpos hídricos afluentes que também são utilizados para o

escoamento da micro e macrodrenagem (Figura 109). É importante salientar que o fluxo pluvial das bacias que compõem a hidrografia da sede municipal está orientado para os tanques de amortecimento que, de modo geral, localizam-se no exutório de cada bacia.

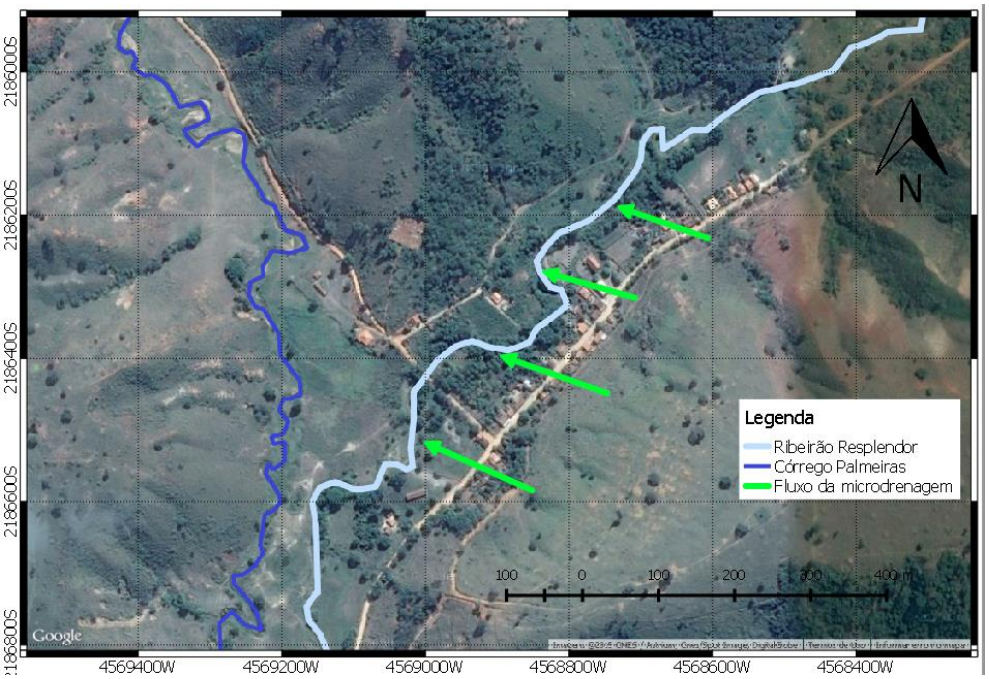
Figura 109 - Croqui dos fluxo da drenagem da sede municipal de Resplendor



Fonte: Google Earth (2015)

Em Bom Pastor, o croqui foi feito a partir da visita em campo dos pontos de lançamento da macrodrenagem, bem como por observação do terreno, no caso do fluxo da microdrenagem. (Figura 110).

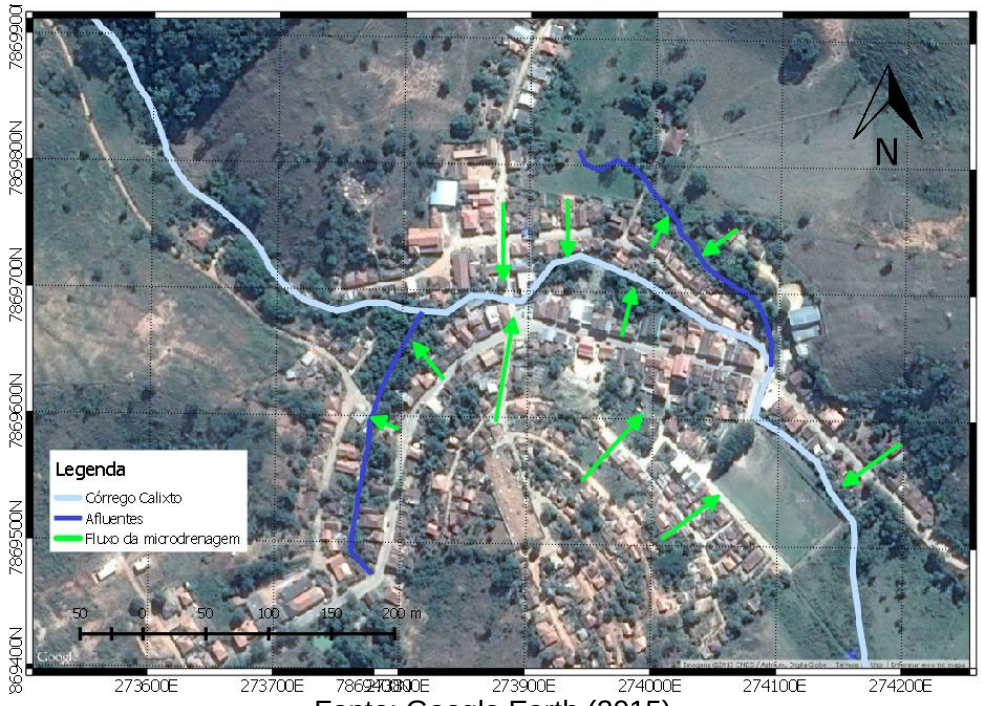
Figura 110 - Croqui do fluxo da drenagem de Bom Pastor



Fonte: Google Earth (2015)

No distrito de Calixto, foram repetidos os procedimentos de coleta de informação citados anteriormente, gerando o croqui abaixo (Figura 111).

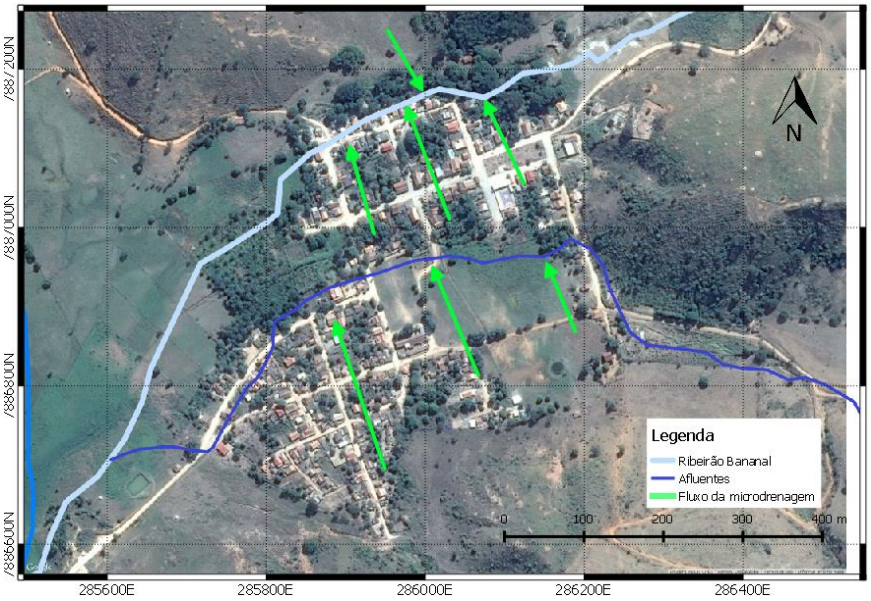
Figura 111 - Croqui do fluxo da drenagem de Calixto



Fonte: Google Earth (2015)

No distrito de Campo Alegre, foram repetidos os procedimentos de coleta de informação citados anteriormente, gerando o croqui abaixo (Figura 112).

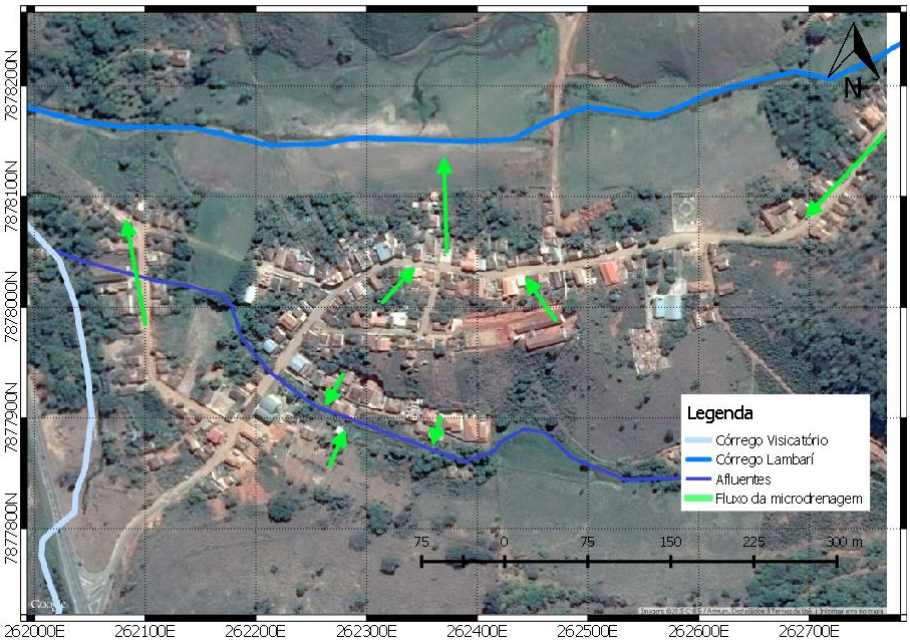
Figura 112 - Croqui do fluxo da drenagem de Campo Alegre



Fonte: Google Earth (2015)

No distrito de Independência foram repetidos os procedimentos de coleta de informação citados anteriormente, gerando o croqui abaixo (Figura 113).

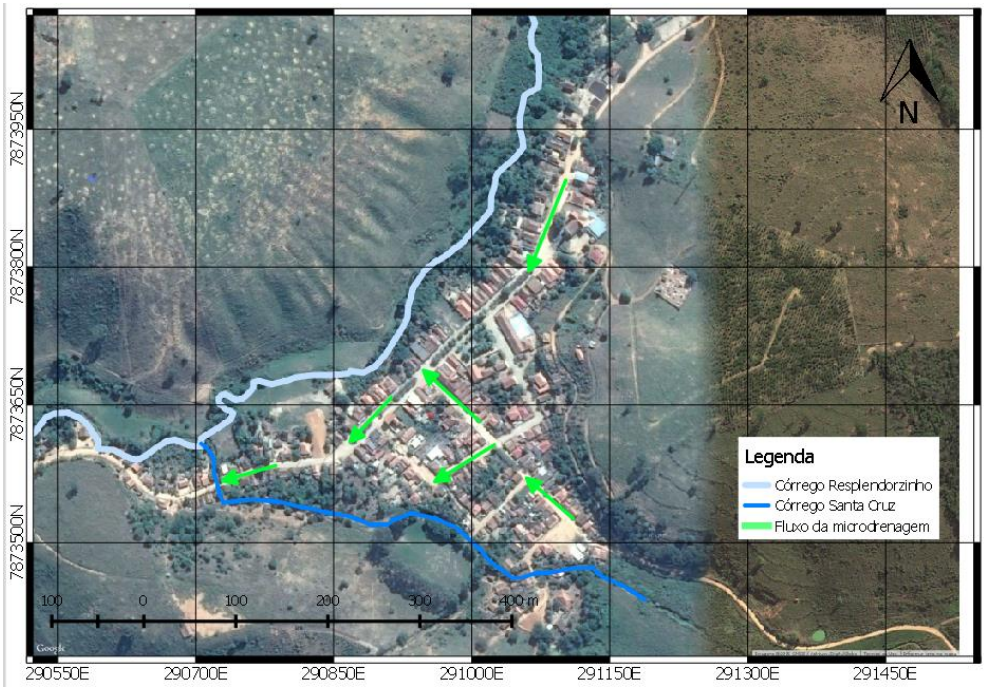
Figura 113 - Croqui do fluxo da drenagem de Independência



Fonte: Google Earth (2015)

No distrito de Nicolândia, foram repetidos os procedimentos de coleta de informação citados anteriormente, gerando o croqui abaixo (Figura 114).

Figura 114 - Croqui do fluxo da drenagem de Nicolândia



Fonte: Google Earth (2015)

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

Segundo Righetto (2009), um dos principais fatores de degradação da qualidade da água em corpos d'água está relacionado com o lançamento de efluentes de origem doméstica na rede de drenagem. Os deflúvios lançados na drenagem podem ser classificados como: substâncias tóxicas e patogênicas, substâncias degradadoras da vida aquática e água limpa, a partir dos efeitos associados a eles. Dentre estes, pode-se destacar os deflúvios de substâncias tóxicas e patogênicas, usualmente provenientes de efluentes 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 na sede municipal, foi possível observar que existe um sistema de tratamento de esgoto, porém não existe captação em todas as residências, outro problema encontrado é a disposição do esgoto in natura na rede de drenagem,

posteriormente destinados ao rio Doce.

Foram encontrados indícios de lançamento de esgoto in natura nos tanques de amortecimentos (TA7, TA 4 e TA 5) (Figura 115).

Figura 115 - Lançamento de esgoto

TA 4

TA 4

TA 5

TA 7

Fonte: SHS (2015)

Além dos lançamentos em tanques de amortecimento, existem locais, onde há estações elevatórias de esgotos (EEE), que atuam lançando diretamente no rio Doce, como por exemplo, (EEE) ao lado do TA 8 (Figura 116).

Figura 116 - Lançamento de esgoto no rio Doce

Fonte: SHS (2015)

No córrego do Salgado também foi possível visualizar grande quantidade de lançamento de esgoto in natura no seu canal, alvo de muitas reclamações da população. Posteriormente, todo o esgoto é lançado diretamente no rio Doce, onde constata-se grande quantidade de macrófitas, indicando um ambiente eutrofizado em sua foz.

Figura 117 - Lançamento de esgoto no córrego do Salgado

Fonte: SHS (2015)

No distrito Bom Pastor não há coleta de esgoto doméstico e tampouco há tratamento de esgoto, o esgoto em geral é destinado ao corpo hídrico mais próximo, e dependendo da localização da residência é destinado para fossas (Figura 118).

Figura 118 - Aspectos de corpo hídrico com lançamento de esgoto – Bom Pastor

Fonte : SHS (2015)

No distrito Calixto também não há tratamento de esgoto doméstico, sendo lançado diretamente nos corpos hídricos (Figura 119).

Figura 119 - Lançamento de esgoto domiciliar em corpos hídricos em Calixto (detalhe dos lançamentos)

Fonte: SHS (2015)

O distrito de Campo Alegre, igualmente em outros locais do município, não existe tratamento de esgoto, sendo lançado diretamente nos corpos hídricos, sendo possível visualizar expressiva quantidade de esgoto in natura no corpo hídrico. (Figura 120).

Figura 120 - Lançamento de esgoto diretamente em corpos hídricos.

Fonte: SHS (2015)

No distrito Independência há uma rede de esgoto parcial, destinado a uma estação de tratamento desativa, que faz o lançamento de esgoto diretamente no corpo hídrico próximo (córrego Visicatório), quando não há rede de drenagem próximos a residências, ou se há corpo hídrico próximo então há lançamento direto de esgoto in natura nos corpos hídricos.

No distrito de Nicolândia, não há rede de esgoto nem tampouco tratamento de esgoto sendo lançado in natura nos corpos hídricos. (Figura 121).

Figura 121 - Esgoto *in natura* lançado no corpo hídrico – Nicolândia.

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 macro drenagem é considerado inadequado, pois não dispõe de controle de lançamentos do efluente no corpo receptor, podendo alterar seu padrão de qualidade, 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. 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.

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 podem ser desmatadas, haver construção ou alteração da paisagem natural. O Código Florestal vigente (Lei nº 12.651, de 2012), define que a APP é "área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas". Como exemplos de APP têm-se áreas de entorno de mananciais, 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 Manhuaçu (2010) realizou um levantamento das APPs de nascentes, rios ou riachos e Lagos naturais e/ou açudes para cada um dos municípios da bacia, os dados para o município de Resplendor são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Porcentagem de estabelecimentos com fontes de água e conservação da área de preservação permanente correspondente.

Nascentes		Rios ou Riachos		Lagos naturais / açudes	
Protegidas por matas	Sem proteção de matas	Protegidas por matas	Sem proteção de matas	Protegidas por matas	Sem proteção de matas
30,7%	69,3%	6,5%	93,5%	7,4%	92,6%

Fonte: PARH (2010)

Analisando o quadro acima é possível afirmar que as nascentes são os locais mais protegidos com matas (30,7%) ainda que este valor não seja adequado uma vez que todas as nascentes devem ser protegidas com vegetação para a garantia do fornecimento e da qualidade da água. Os rios, riachos, lagos e açudes do município estão com proteção bastante reduzida, cerca de 6,5 a 7,4%, contrariando o Código Florestal vigente.

O processo de ocupação e urbanização destas áreas expõe a população nela residente aos riscos associados às inundações naturais dos rios, prejuízos à saúde, risco de vida e perdas e danos materiais. A ocupação consolidada nas APPs dificulta a aplicação de alternativas como restauração das matas ciliares e renaturalização dos rios. Desse modo, para buscar a prevenção ou a mitigação da deflagração de processos erosivos e outras formas de degradação nas APPs, é importante focar nos dispositivos de dissipação de energia, áreas de infiltração e em bacias de contenção.

Segundo PARH (2010), apenas 11% das encostas do município de Resplendor apresenta proteção e/ou conservação, esse valor é alarmante, e reflete posteriormente na quantidade de erosões e assoreamento do município.

4.1.5. Análise dos processos erosivos e sedimentológicos

A erosão é um conjunto de processos, na 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 este processo pode ser natural, acontecendo lentamente, e a erosão acelerada, que acontece pela ocupação desordenada e retirada da cobertura vegetal sem observar as fragilidades do solo (SIMÕES e COIADO, 2001).

A suscetibilidade a erosão (erodibilidade) está basicamente relacionada à textura e estrutura que influenciam a capacidade e a velocidade de infiltração de águas pluviais

(Simões e Coiado, 2001). No município de Resplendor a erodibilidade é classificada entre muito forte e forte, com alta produção de sedimentos, na faixa entre 100 a 200 t/km²/ano (PARH Manhuaçu).

A cobertura do solo aliada a precipitação influenciam diretamente o processo de escoamento superficial, fatores importante na erosão de solo, Gonçalvez, 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.

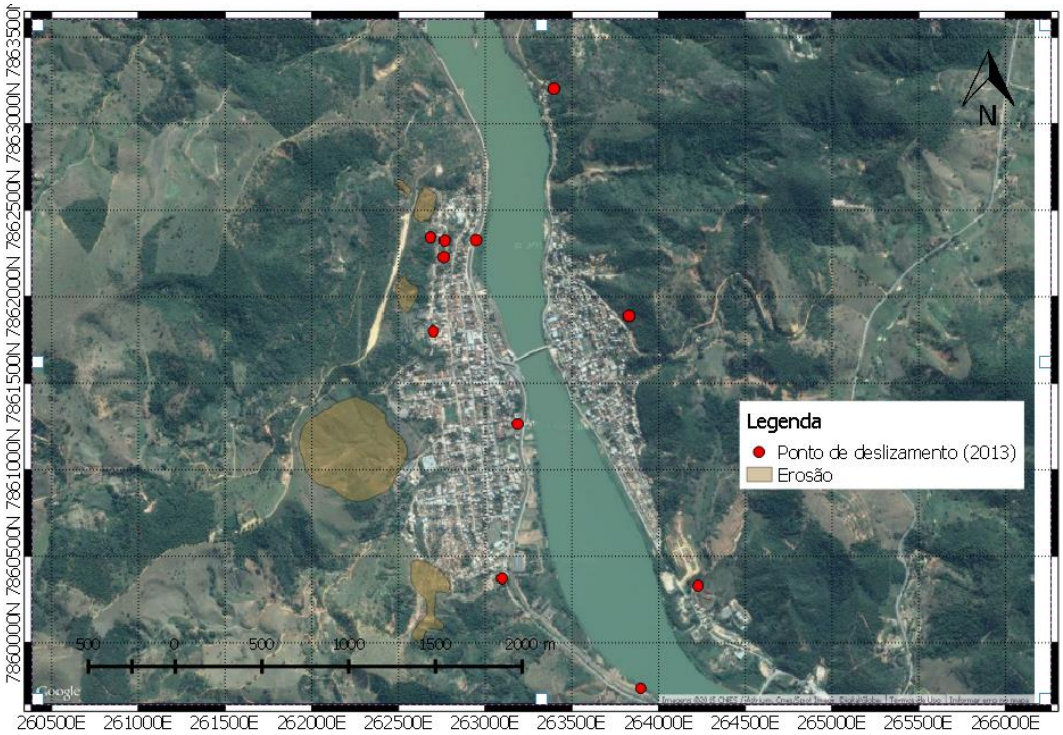
Durante as visitas técnicas realizadas, foram mapeadas possíveis áreas de ocorrência de erosões, assoreamentos e lançamento inadequado de águas pluviais sem dissipadores de energia.

4.1.5.1. Erosões

Durante a visita foram apontados alguns pontos com problemas de erosão existentes no município além de problemas decorrentes da chuva de 18 de dezembro de 2013, segundo relatório fotográfico disponibilizado pela prefeitura de Resplendor.

Nesta data, uma forte chuva atingiu toda a região, que foi marcada por muitos incidentes. Em Resplendor não foi diferente. Segundo relatório fotográfico, houve muitos pontos de deslizamento (cerca de onze pontos). Além desses pontos de deslizamento de solo, também foi destacado na imagem abaixo os pontos de erosões recorrentes encontrados na sede do município (Figura 122). É possível visualizar alguns pontos na Figura 123, onde foi escolhida algumas imagens representativas de erosão, como por exemplo, erosão em programas de moradia populares, erosões em topos de morros e erosões em ocupações irregulares.

Figura 122 - Pontos de deslizamento e locais com erosão em processo



Fonte: Google Earth e SHS (2015), P. M. de Resplendor (2013)

Figura 123 - Erosões na sede do município de Resplendor

a- Erosão no empreendimento de construção de moradia popular

b- Erosão no topo das montanhas (ao fundo)

c- Erosão e associado a moradia em área de risco

d- Erosão em vias do programa de moradias populares.

Fonte : SHS (2015)

No distrito de Bom Pastor também foi verificada a presença de local com erosão expressiva (voçoroca), possível verificar na Figura 125 e Figura 126 abaixo. O material da erosão foi carreado para o corpo hídrico mais próximo assoreando-o.

O distrito de Calixto possui um cemitério no topo do distrito, onde há reclamação de populares quanto ao fluxo de sedimentos ocasionado pela erosão no cemitério. Segundo relatos, em períodos de alta pluviosidade desce enxurradas com grande quantidade de sedimento e por vezes são encontrados restos mortais (Figura 131).

Campo Alegre de Minas é um dos distritos que possui mais áreas íngremes dentre os distritos, por estar instalado próximo à divisa dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, ele ocupa uma geografia de cadeia de montanhas, tendo então muitas áreas íngremes, o que acelera o processo erosivo, sendo necessário regular o tipo de uso a fim de preservar os recursos hídricos e evitar o assoreamento.

Figura 124 - Geografia do distrito de Campo Alegre de Minas

Fonte: SHS (2015)

No distrito de Independência há muitos pontos de erosão, ocasionados pelo uso e ocupação do solo. Merece destaque os pontos que estão próximos à zona urbana, principalmente em um distrito onde tem reincidência de inundação.

O distrito de Nicolândia também sofre com o processo de erosão devido ao tipo de uso e ocupação do solo, sendo necessário atenção especial em áreas próxima a zona urbana e reflorestar áreas de preservação permanente a fim de proteger os recursos hídricos.

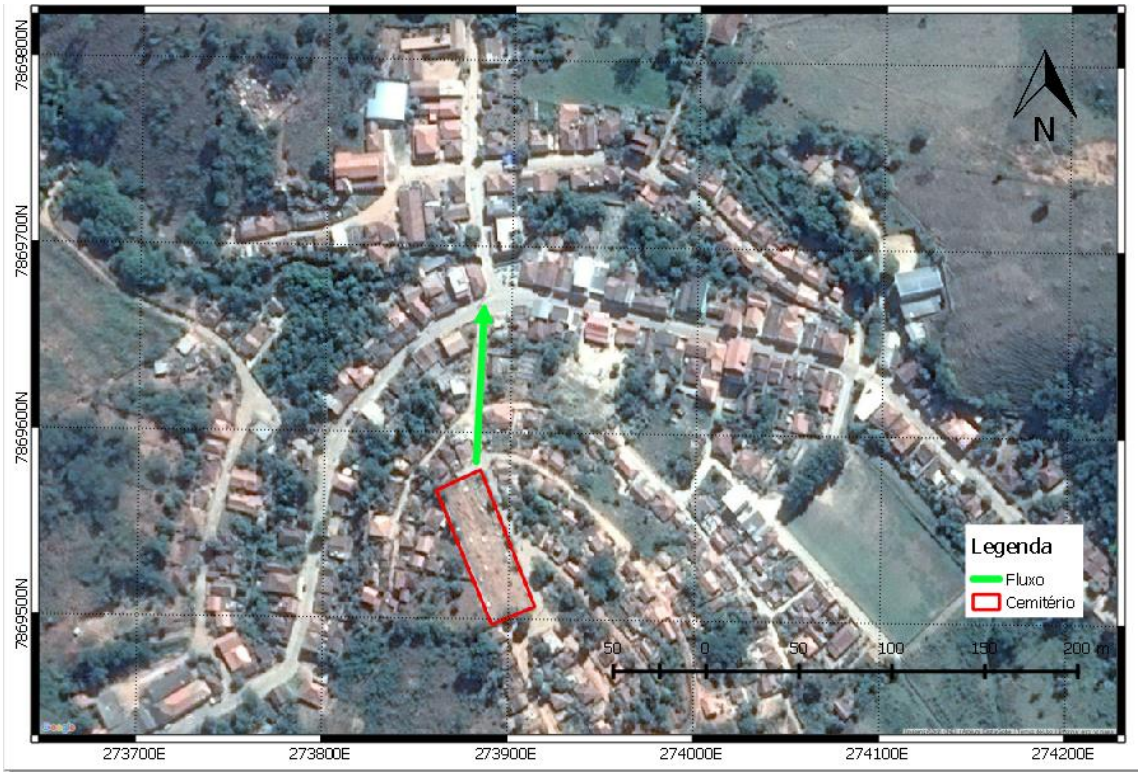
Figura 125 - Local de erosão (voçoroca)

Fonte: SHS (2015)

Figura 126 - Erosão e voçoroca em Bom Pastor

Fonte: Google Earth/ adaptada: SHS (2015)

Figura 127 - Erosão e fluxo dos sedimentos



Fonte: Google Earth/ adaptada :SHS (2015)

4.1.5.2. Assoreamento

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

Durante a visita, atentou-se para locais em que o assoreamento era perceptível. A Figura 128 mostra um destes locais encontrados. Isto se deve tanto ao uso e ocupação do solo quanto ao perfil geomorfológico do município, cujo relevo é caracterizado pelo elevado número de morros e montanhas de alta declividade, o que favorece o desprendimento e carreamento de partículas de solo das cotas mais elevadas para as áreas mais baixas.

Figura 128 - Assoreamento nos corpos hídricos

<table>
<tr><td>
a- Resplendor (macrófitas indicando assoreamento)</td><td>
b- Bom Pastor- (córrego Intermitente assoreado)</td></tr>
<tr><td>
c- Calixto</td><td>
d- Campo Alegre</td></tr>
<tr><td>
e- Independência</td><td>
f- Nicolândia</td></tr>
</table>

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 Resplendor:

- 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 sub dimensionamento 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 micro drenagem, 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 da bacia dos afluentes do rio Doce no que tange à sede municipal, da bacia do ribeirão Resplendor no que tange ao distrito Bom Pastor, Bacia do córrego Calixto, no que tange ao distrito Calixto, na bacia do ribeirão Bananal no que tange ao distrito de Campo Alegre, na bacia do córrego Visicatório e Lambarí no que tange ao distrito de Independência e na bacia do

córrego Santa Cruz e Resplendorzinho no que tange ao distrito de Nicolândia, com base em suas geometrias, utilizando-as nas simulações propostas.

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 desta equação de chuvas intensas justifica-se pelo fato de ambos os municípios serem de Mata Atlântica e também por apresentarem climas parecidos, uma vez que Bragança Paulista está na formação Serra da Mantiqueira e Resplendor está próximo a esta formação.

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 ≤ t ≤ 1440

Onde:

i= intensidade pluviométrica (mm/min);

t= duração da chuva em minutos;

T= período de retorno em anos.

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

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

Existem diversos modelos matemáticos cuja função é transformar as precipitações que ocorrem em uma bacia hidrográfica em vazão. Nesse diagnóstico, para se estimar as vazões máximas da bacia em questão, foi utilizado o Método Modificado de I-PAI-WU (WU, 1963). Este método é aplicado para pequenas bacias hidrográficas, com área de drenagem de até 260 km^2.

A maior bacia estuda no município de Resplendor tem como área, considerando

exutório específico, cerca de 115 Km², em ambos os casos estudados as áreas das bacias estão condizente como Método I-PAI-WU. 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);

C_2 = 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 Resplendor, foi traçada a delimitação da bacia e seu talvegue. Os principais dados referentes a estas bacias são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Características das sub-bacias analisadas

Sub-bacia	Área da Bacia (km²)	Comprimento do Talvegue (km)	Δh (m)	Declividade Média	Declividade Equivalente	C_2
				(m/km)		
Bom Pastor (rib. Resplendor)	115,121	21,25	505	23,76	9,63	0,25
Calixto (córr.. Calixto)	5,269	3,84	130	33,86	16,685	0,25
Campo Alegre (rib. Bananal)	5,933	3,77	245	65,03	32,06	0,25
Campo Alegre (Afluente do rib. Bananal)	1,026	1,8	150	83,15	44,67	0,25
Horácio (córr. Dietrick)	7,869	5,4	130	24,05	17,55	0,25
Horácio (córr.Vala Grande)	41,489	13,98	190	13,58	7,53	0,25
Independência (córr. Lambarí)	31,193	9,07	140	15,44	5,69	0,25
Independência (córr. Visicatório)	30,824	11,24	120	10,67	6,96	0,25
Nicolândia (córr. Sta. Cruz)	9,225	7,52	490	65,17	34,63	0,25
Nicolândia (rib. Resplendor)	45,264	11,47	450	39,23	17,11	0,25
Nicolândia (Afluente)	2,613	2,66	100	37,61	26,55	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 as dimensões das pontes quando estas eram muito próximas às dimensões dos canais ou o local permitia um fácil acesso as dimensões dos canais porém de fato o estudo envolve as dimensões médias dos canais (Figura 129 e Figura 130).

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 estes pontos não há contribuição de nenhum outro corpo d'água, os valores das vazões máximas são iguais e estão relatados na Tabela 4.

Tabela 4 - Simulação hidrológica dos pontos estudados.

Pontos críticos	$Q_{máx}$ (m³/s)					
	Tr					
	2 anos	5 anos	10 anos	25 anos	50 anos	100 anos
Bom Pastor (rib. Resplendor)	45,5	56,4	63,6	72,8	79,6	86,3
Calixto (córr.. Calixto)	8,4	10,7	12,2	14,1	15,5	16,9
Campo Alegre (córr. H. Storck	11,1	14,1	16,0	18,5	20,3	22,1
Campo Alegre (rib. Bananal)	10,9	14,1	16,1	18,7	20,6	22,5
Campo Alegre (Afluente do rib. Bananal)	2,9	3,9	4,6	5,4	5,9	6,6
Horácio (córr. Dietrick)	10,2	12,9	14,6	16,9	18,5	20,2
Horácio (córr.Vala Grande)	21,3	26,5	29,9	34,2	37,4	40,6
Independência(córr. Lambarí)	20,6	25,6	28,9	33,1	36,2	39,3
Independência (córr.visicatório)	18,4	22,8	25,8	29,5	32,2	35,0
Nicolândia (córr. Sta. Cruz)	11,3	14,3	16,3	18,8	20,6	22,5
Nicolândia (rib. Resplendor)	34,0	42,4	48,0	55,1	60,3	65,5
Nicolândia (Afluente)	5,7	7,4	8,5	9,9	10,9	11,9

Fonte: SHS (2015)

Figura 129 - Destaque para pontos exutórios de cada bacia amostrada

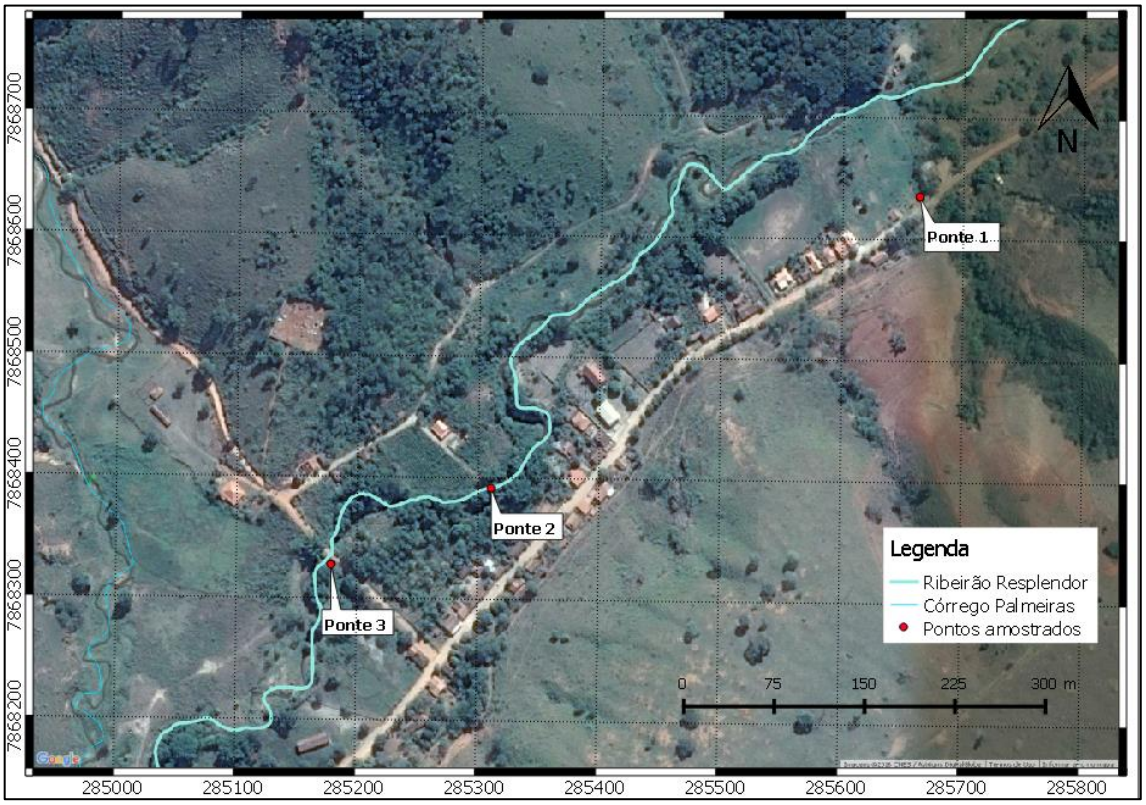


Figura a- Vista dos Pontos 1a (ponte1), 1b (ponte 2) e 1c (ponte3) -Bom Pastor

Figura b- Vista dos Pontos 2a (ponte1) e 2b (ponte2) - Calixto
Fonte: Google Earth

Figura 130 - Destaque para pontos exutório de cada bacia amostrada

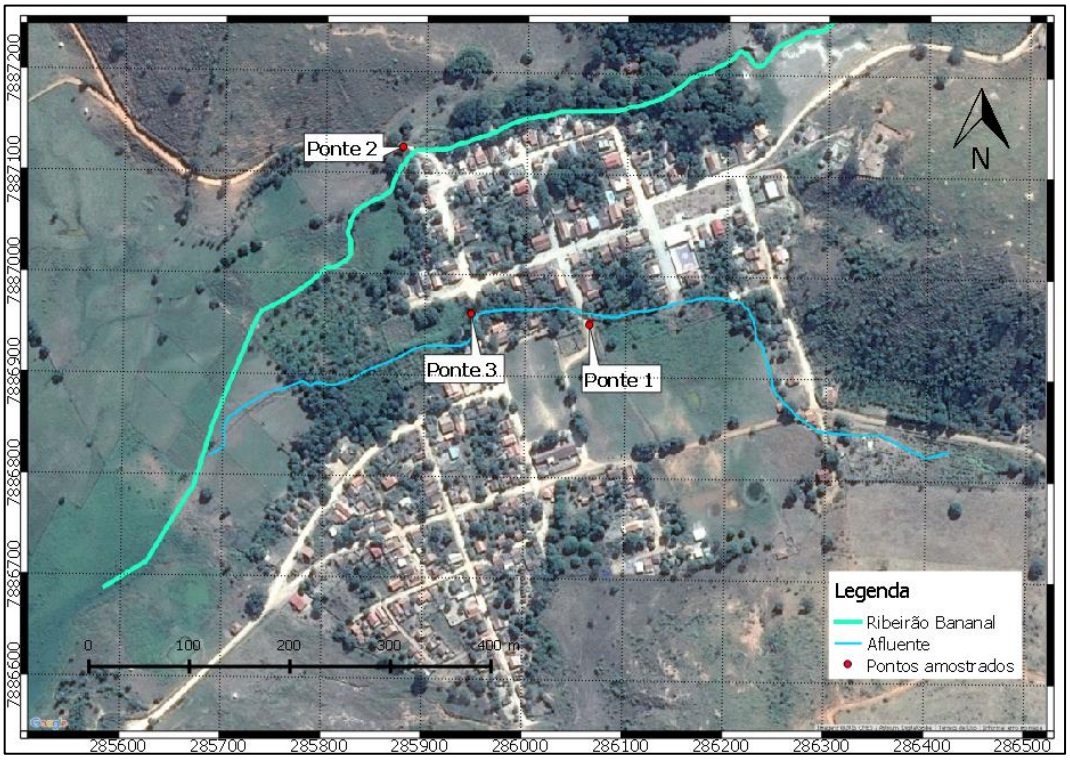


Figura a- Vista dos Pontos 3a (ponte1), 3b (ponte 2) e 3c (ponte3) - Campo Alegre

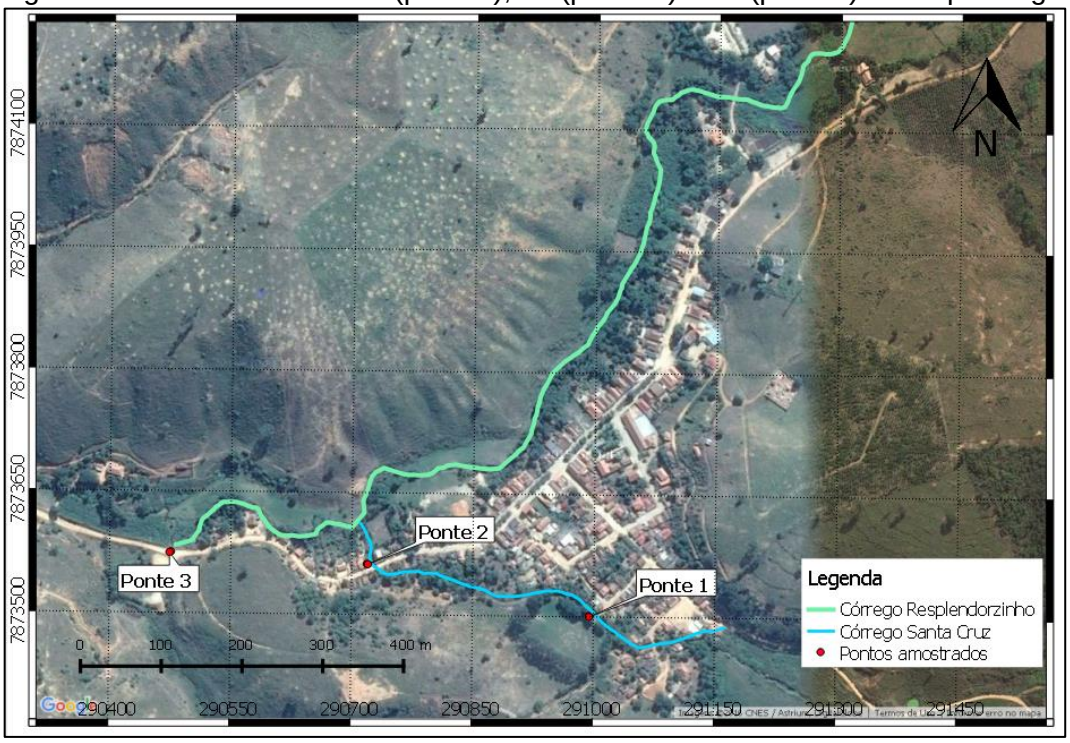


Figura b- Vista dos Pontos 4a(ponte1),4b (ponte2) e 4c (ponte3) - Nicolândia
Fonte: Google Earth

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 nos estreitamentos (pontes) e nos canais. Para tanto, utilizou-se a expressão proposta por Manning para determinação de vazão em canais e galerias:

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

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 5.

Tabela 5 - Estudo hidráulico do canal nos pontos estudados.

Pontos críticos	Largura do fundo do canal (m)	Altura do canal (m)	Declividade (m/m)	n	Q m³/s)
Bom Pastor (afluente)	Assoreado completamente	Assoreado completamente	-	-	-
Bom Pastor Ponto 1b	Ponte destruída	Ponte destruída	-	0,045	-
Bom Pastor Ponto 1c	4,6	3	0,006	0,045	56,8
Calixto Ponto 2a	4,1	0,8	0,02308	0,045	9,6
Calixto Ponto 2b	4,1	1,8	0,02308	0,045	39,5
Campo Alegre (rib. Bananal) 3b	D (1,2)	D (1,2)	0,028	0,03	2,8
Campo Alegre (afluente) 3a	D (0,8 + 1,2)	D (0,8 + 1,2)	0,028	0,030	0,9+ 2,8
Campo Alegre (afluente) 3c	3,2	1,1	0,01573	0,045	10,9
Nicolândia (córr. Sta. Cruz) 4a	2,1	2,0	0,00766	0,045	17,6
Nicolândia (córr. Sta. Cruz) 4b	2	2,0	0,00766	0,045	16,0
Nicolândia (afluente) 4c	D (1,0)	D (1,0)	0,029	0,03	1,8

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

Tabela 6 - Resultado da verificação hidráulica dos pontos críticos de drenagem urbana de Resplendor

Pontos críticos	Q_{limite} (m³/s)	$Q_{máx}$ (m³/s)					
		Tr					
		2 anos	5 anos	10 anos	25 anos	50 anos	100 anos
Bom Pastor (afluente)	0	-	-	-	-	-	-
Bom Pastor Ponto 1b	0	45,	56,421	63,655	72,795	79,576	86,307
Bom Pastor Ponto 1c	56,8	45,5	56,421	63,655	72,795	79,576	86,307
Calixto Ponto 2a	9,58	8,4	10,7	12,2	14,1	15,5	16,9
Calixto Ponto 2b	39,48	8,41	10,7	12,2	14,1	15,5	16,9
Campo Alegre (rib. Bananal)-Ponto3b	2,82	10,9	14,033	16,085	18,678	20,601	22,511
Campo Alegre (afluente)-Ponto 3a	0,91+ 2,82	3,0	3,9	4,6	5,4	6,0	6,6
Campo Alegre (afluente)-Ponto 3c	10,88	3	3,9	4,6	5,4	5,97	6,57
Nicolândia (córr. Sta. Cruz)-Ponto 4a	17,6	11,3	14,3	16,3	18,8	20,6	22,5
Nicolândia (córr. Sta. Cruz)-Ponto 4b	16,0	11,3	14,3	16,3	18,8	20,6	22,5
Nicolândia (afluente)4c	1,83	5,7	7,4	8,5	9,9	10,9	11,9

Fonte: SHS (2015)

Devido ao tamanho, em área, relativa 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 pela área de contribuição natural da bacia naquele ponto e pelo tipo de ocupação do solo da zona

rural, que compõe a bacia estudada.

Os resultados das simulações hidrológicas e hidráulicas descritos possibilitaram mapear que o município de Resplendor possui problemas relacionados à inundação em todos os distritos. O distrito de Independência não está relacionado na tabela acima, já que seu canal é natural e possui formato diverso, porém foi calculada a vazão para períodos de retorno até 100 anos. Vale ressaltar que há histórico de inundações no distrito, isso sempre se repete quando não há manutenção.

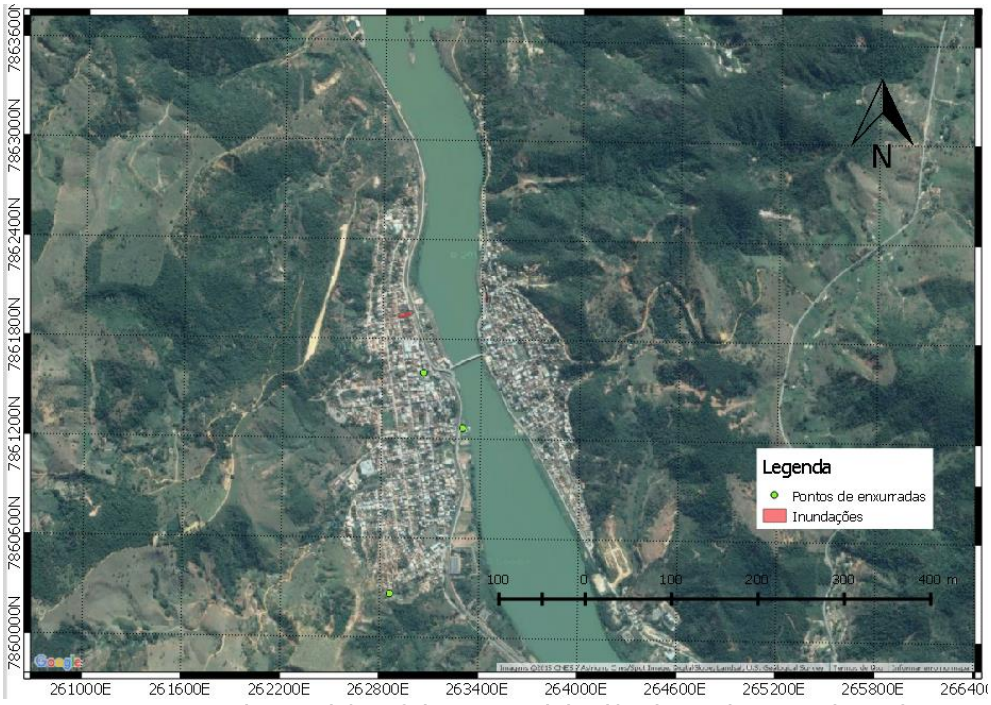
Também foram estimadas as vazões para diversos tempos de retorno para os cursos hídricos do povoado de Horácio, com intuito de alertar sobre as vazões dos corpos hídricos, que não são baixas e merecem atenção no planejamento para o local.

4.1.6.1. Mapeamento e histórico das inundações

Os locais de inundação coincidiram com o estudo feito pela SHS, em visita a campo à sede municipal possibilitou reconhecer os locais que possuem histórico de inundações e enxurradas, esta área foi projetada na Figura 131.

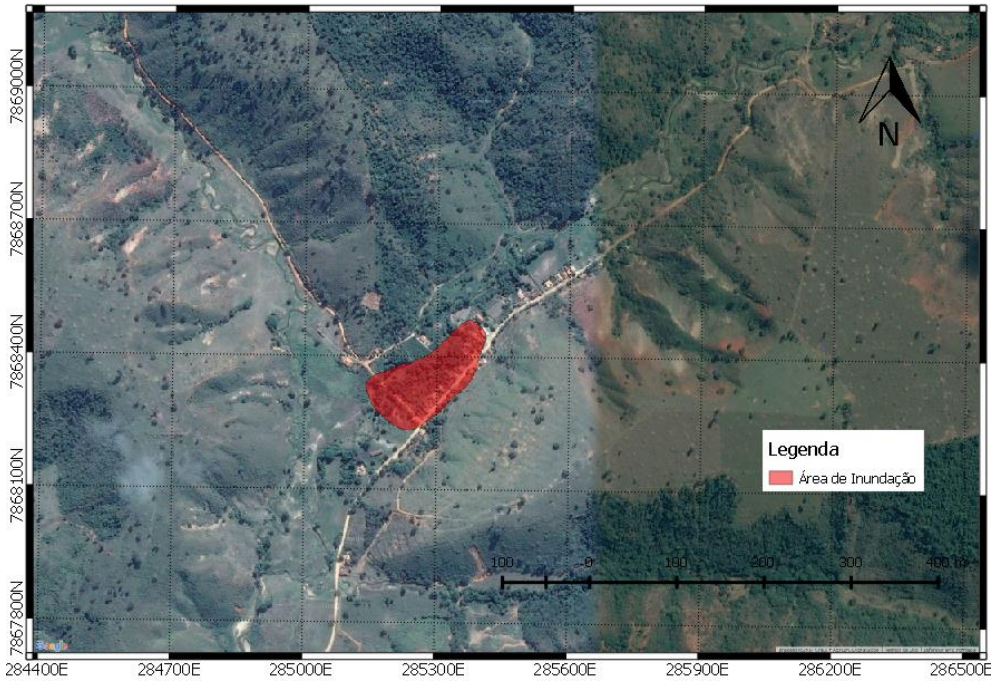
Também foi possível chegar aos mesmos resultados com a visita aos distritos de Bom Pastor, que pode se visualizada na Figura 132, Calixto (Figura 133), Campo Alegre (Figura 134), Independência (Figura 135) e Nicolândia (Figura 136).

Figura 131 - Histórico de enxurradas e inundações - Sede



Fonte: Google Earth/Prefeitura Municipal/ adaptada SHS (2015)

Figura 132 - Histórico de inundação – Bom Pastor



Fonte: Google Earth/ adaptada SHS (2015)

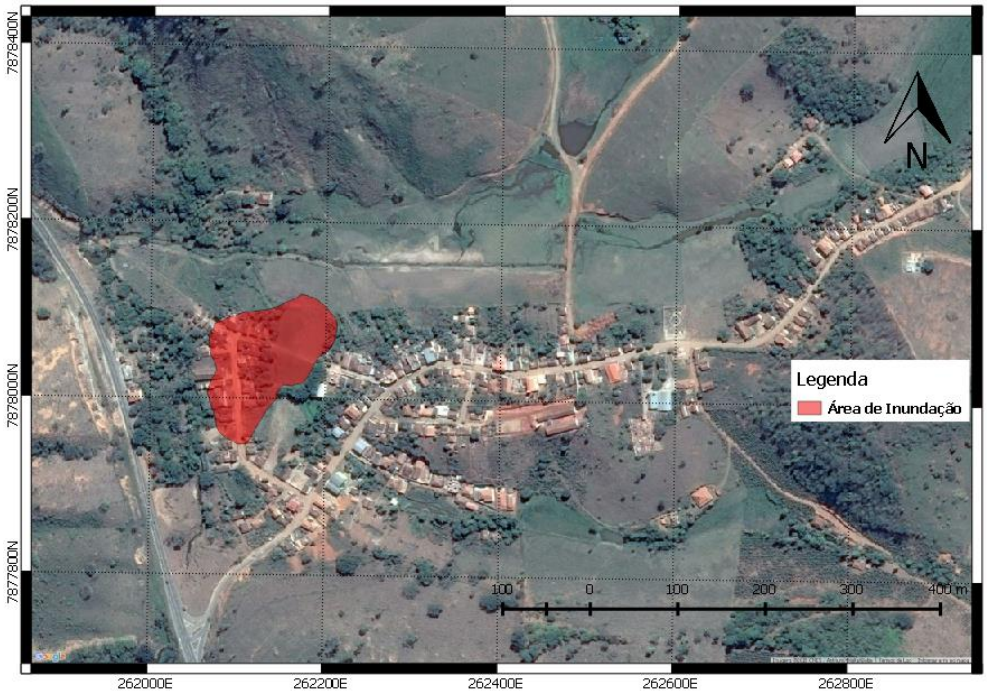
Figura 133 - Histórico de Inundação - Calixto

Fonte: Google Earth/ adaptada SHS (2015)

Figura 134 - Histórico de inundações - Campo Alegre de Minas

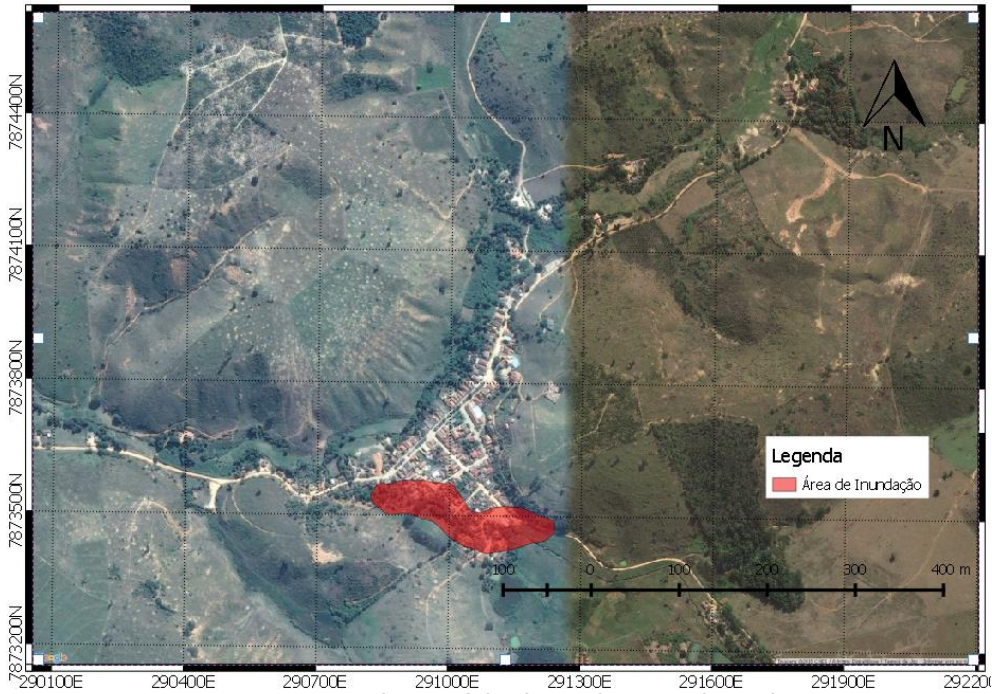
Fonte: Google Earth/ adaptada SHS (2015)

Figura 135 - Histórico de inundação - Independência



Fonte: Google Earth/ adaptada SHS (2015)

Figura 136 - Histórico de inundação - Nicolândia



Fonte: Google Earth/ adaptada SHS (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 Resplendor e avaliar sua evolução ao longo do horizonte de projeto deste Plano de Saneamento Básico. É importante ressaltar que a representatividade de cada indicador está vinculada a obtenção sistemática de dados e monitoramento do sistema, que deve ser realizado pelos gestores do sistema de drenagem urbana.

Os indicadores apresentados a seguir foram elaborados com base no Manual de Drenagem e Manejo de Água Pluviais do município de São Paulo – SP.

4.1.7.1. Grau de Impermeabilidade do solo

Este grupo de indicadores expressam 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 Resplendor decresceu a uma taxa de 0,34% ao ano, passando de 17.499 para 16.975 habitantes.

4.1.7.2. Nível de áreas verdes urbanas

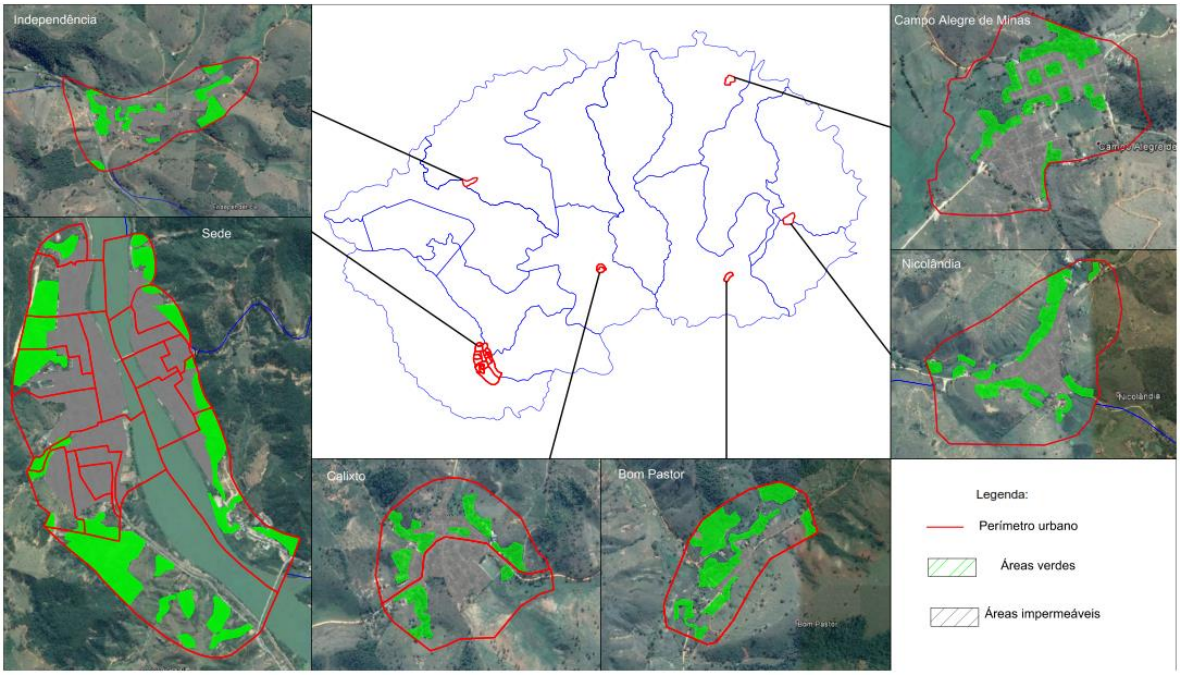
As áreas verdes desempenham um papel importante na drenagem de uma bacia. A vegetação pode contribuir para infiltração de água no solo, reduzindo o escoamento superficial e, consequentemente, reduzindo o volume de água que chega aos canais de drenagem e evitando processos erosivos. Além disso, as áreas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

4.1.7.2.1. Proporção de área impermeabilizada

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

Com auxílio das imagens de satélite do município (GoogleEarth©), foi possível delimitar as áreas com vegetação mais densa e as áreas impermeabilizadas presentes no perímetro urbano de Resplendor (Figura 137), possibilitando obter os parâmetros necessários para o cálculo dos índices apresentados. Vale destacar a delimitação do perímetro urbano foi traçada a partir do mapa dos setores censitários do Estado de Minas Gerais. A Tabela 7 apresenta tanto os resultados da análise das imagens da

Figura 137 - Áreas verdes e impermeáveis no perímetro urbano de Resplendor



Fonte: Google Earth.

Tabela 7 - Índices de áreas verdes e áreas permeáveis para o município de Resplendor

	Perímetro Urbano (km²)	Áreas Verdes (km²)	Áreas Impermeáveis (km²)	População Urbana (hab.)	Taxa média geométrica de decrescimento anual (%)	Índice de Áreas Verdes (m²/hab)	Índice de Áreas Impermeáveis (%)
Total	7,54	1,3	1,79	17089	0,07	75,84	23,74

Fonte: SHS (2015)

4.1.7.3. Gestão da drenagem urbana

A eficiência da gestão da drenagem urbana pode ser avaliada em função do indicador a seguir:

4.1.7.3.1. Cadastro da rede existente

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

O município de Resplendor não possui atualmente os Croquis das redes de

drenagem urbana, tanto da sede quanto dos distritos e isto deve ser uma das primeiras ações a se pensar para um planejamento.

4.1.7.4. 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. Os indicadores sugeridos são:

4.1.7.4.1. Incidência de alagamentos no município

O diagnóstico do sistema de drenagem de Resplendor apontou que o município possui histórico de inundações causadas pelas cheias dos corpos d'água presentes nos perímetros urbanos do município. Os indicadores propostos a seguir pretendem mostrar a evolução e a eficácia das medidas adotadas para solucionar os problemas de drenagem, caso ocorram.

4.1.7.4.2. Pontos inundados na área urbana

Este indicador tem como objetivo verificar o número de pontos que foram inundados na área urbana durante o ano. O ideal é que a incidência desses pontos seja a menor possível. O município apresentou 9 locais de inundação durante o mesmo período do ano (2013).

4.1.7.4.3. Domicílios atingidos

O município de Resplendor apresenta ocorrência de domicílios atingidos, porém, não há registros sistemáticos desses eventos, inviabilizando a real avaliação e a transformação dos dados em um índice. Dessa forma, será necessário registrar sistematicamente os eventos ocorridos para que se possa aplicar este indicador.

4.1.7.5. Estações de monitoramento

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

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

Segundo dados disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA), o município de Resplendor conta com sete estações para monitoramento de dados meteorológicos. (Tabela 8).

Tabela 8 - Sistema de Informações Hidrológicas - estações localizadas no município de Resplendor

Nome	Responsável	Operadora	Tipo de estação
Rio do Eme	IGAM	IGAM	Fluviométrica
Resplendor	ANA	ANA	Fluviométrica
Resplendor	ANA	ANA	Fluviométrica
Resplendor - Jusante	ANA	ANA	Fluviométrica
Rio Doce	IGAM	IGAM	Fluviométrica
Resplendor - Jusante	ANA	CPRM	Pluviométrica
Resplendor	DAEE-MG	DAEE-MG	Pluviométrica

Fonte: HidroWeb (2015)

4.1.7.6. Salubridade ambiental

Os indicadores apresentados a seguir demonstram a evolução da salubridade ambiental do município.

4.1.7.6.1. Incidência de doenças de veiculação hídrica

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

Segundo questionário distribuído pela equipe técnica da SHS à Secretaria de Saúde, o município de Resplendor apresenta casos de DDA e dengue, não apresentando relato das outras doenças citadas

Também foi consultado o banco de dados do Data SUS para aferição da ocorrência de outras doenças, que estão relacionadas a falta de drenagem adequada (Tabela 9).

Tabela 9 - Morbidade hospitalar por local de residência - Doenças relacionadas à falta de drenagem adequada.

Lista Morbidade (CID-10)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Diarreia e gastroenterite	59	92	125	134	181	82	27	23	723
Outras doenças infecciosas intestinais	1	-	1	-	-	49	76	11	138
Dengue	8	35	87	10	3	34	5	13	195
Outras hepatites virais	2	3	1	-	3	3	2	1	15
Meningite viral	1	2	6	-	2	-	-	-	11

Fonte: DataSUS (2015)

Como é possível observar neste quadro, as doenças citadas que estão relacionadas à deficiência em drenagem, o município apresenta cinco delas, sendo diarreia e gastroenterite a mais recorrente. Ressalta-se que não há casos de morbidade por malária.

4.2. Projeções e estimativas da ocupação urbana e seus impactos

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

Segundo Tucci (2008), os rios geralmente possuem dois leitos: o leito menor, onde a água escoa 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.

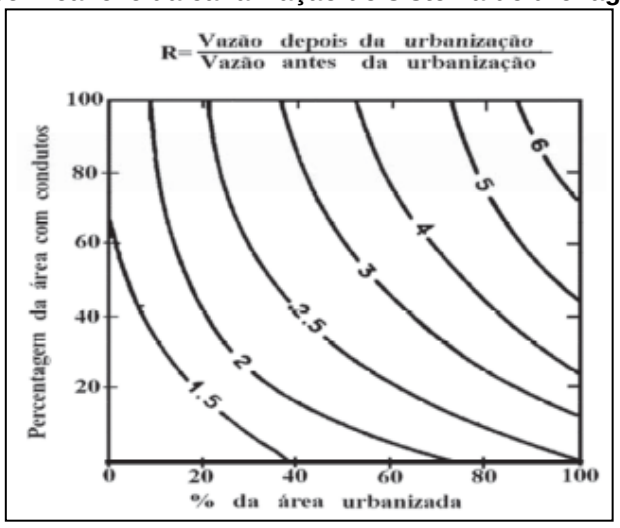
Segundo Tucci (2008), à medida que a cidade se urbaniza, ocorrem os seguintes impactos:

- 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).
- A 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 138).

Figura 138 - Aumento do pico em função da proporção de área impermeável e da canalização do sistema de drenagem



Fonte: Leop**old**, (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 (Tabela 10) e intenso uso do solo relacionado às práticas agropecuárias.

Na Tabela 10 é possível perceber que as áreas impermeabilizadas relacionadas aos cursos hídricos com históricos de inundações são pequenas, se comparadas com

a área da bacia de drenagem, não ultrapassando o valor de 3%. A impermeabilização da bacia do rio Doce não foi calculada, já que envolve um grande número de áreas impermeabilizadas a montante.

Tabela 10 - Impermeabilização das bacias com históricos de inundação

Localidades	Área da Bacia de drenagem (km²)	Área impermeável atual (km²)	Área impermeabilizada da Bacia (%)
Sede (rio Doce)	-	1,306	-
Bom Pastor (rib. Resplendor)	111,82	0,018	0,117
Calixto	13,35	0,131	0,981
Campo Alegre de Minas	6,15	0,133	2,163
Independência	63,16	0,089	0,141
Nicolândia	43,47	0,113	0,260

Fonte: SHS (2015)

Para verificar a correlação entre a urbanização e os futuros impactos relacionados a este crescimento, projetou-se o crescimento populacional acumulado até 2036 nas localidades urbanas do município (Tabela 11).

A projeção do crescimento populacional em Resplendor é negativa tanto na sede como na maior parte nos distritos, excetuando o distrito de Independência, que tem crescimento positivo, assim, assume que a impermeabilização se manterá inalterada durante o decrescimento.

A partir do crescimento populacional foi estimado o número de novas residências que deverá ser considerado para atender a esta demanda de crescimento populacional. Para isso utilizou-se o número padrão de indivíduos (IBGE, 2012) que compõe uma família (3,2hab/domicílio), e estimou-se que para cada residência a ser construída, será impermeabilizada uma área de 300m² mais 35% de área necessária para instalação de equipamentos urbanos e comunitários, sistema de circulação e espaços livres de uso público (Tabela 12).

Para tentar simular uma ocupação urbana mais ordenada (cenário 1), foi feita a projeção da impermeabilização respeitando uma taxa mínima de permeabilidade de 30% (Tabela 13).

Tabela 11 - Projeção de crescimento populacional urbano

	Sede		Bom Pastor		Calixto		Campo Alegre de Minas		Independência		Nicolândia	
Ano	População Urbana (hab.)	Nº de famílias (hab.)	População Urbana (hab.)	Nº de famílias (hab.)	População Urbana (hab.)	Nº de famílias (hab.)	População Urbana (hab.)	Nº de famílias (hab.)	População Urbana (hab.)	Nº de famílias (hab.)	População Urbana (hab.)	Nº de famílias (hab.)
2015	10.602	-	176	-	680	-	365	-	492	-	407	-
2016	10.564	-11,9	173	-0,9	669	-3,4	349	-5,0	500	2,5	393	-4,4
2017	10.528	-11,3	171	-0,6	658	-3,4	329	-6,3	501	0,3	380	-4,1
2018	10.495	-10,3	168	-0,9	640	-5,6	315	-4,4	512	3,4	369	-3,4
2019	10.455	-12,5	166	-0,6	624	-5,0	306	-2,8	519	2,2	362	-2,2
2020	10.412	-13,4	168	0,6	619	-1,6	304	-0,6	523	1,3	356	-1,9
2021	10.365	-14,7	166	-0,6	613	-1,9	291	-4,1	524	0,3	344	-3,8
2022	10.325	-12,5	168	0,6	609	-1,3	274	-5,3	531	2,2	330	-4,4
2023	10.278	-14,7	169	0,3	602	-2,2	259	-4,7	536	1,6	309	-6,6
2024	10.223	-17,2	169	0,0	590	-3,8	233	-8,1	540	1,3	300	-2,8
2025	10.169	-16,9	170	0,3	582	-2,5	222	-3,4	545	1,6	287	-4,1
2026	10.118	-15,9	170	0,0	569	-4,1	215	-2,2	545	0,0	279	-2,5
2027	10.059	-18,4	171	0,3	559	-3,1	213	-0,6	551	1,9	270	-2,8
2028	9.997	-19,4	171	0,0	543	-5,0	206	-2,2	555	1,3	265	-1,6
2029	9.934	-19,7	170	-0,3	538	-1,6	200	-1,9	559	1,3	255	-3,1
2030	9.866	-21,3	169	-0,3	539	0,3	198	-0,6	562	0,9	248	-2,2
2031	9.805	-19,1	169	0,0	535	-1,3	195	-0,9	564	0,6	240	-2,5
2032	9.742	-19,7	167	-0,6	531	-1,3	194	-0,3	566	0,6	233	-2,2
2033	9.660	-25,6	167	0,0	524	-2,2	187	-2,2	570	1,3	231	-0,6
2034	9.591	-21,6	168	0,3	522	-0,6	179	-2,5	577	2,2	221	-3,1
2035	9.512	-24,7	170	0,6	514	-2,5	171	-2,5	578	0,3	216	-1,6
2036	9.436	-23,8	172	0,6	498	-5,0	166	-1,6	583	1,6	213	-0,9
Total	**-1.166**	**-364**	**-4**	**-1**	**-182**	**-57**	**-199**	**-62**	**91**	**28**	**-194**	**-61**

Fonte: (SHS, 2016)

Tabela 12 - Projeção da impermeabilização decorrente da ocupação urbana até 2036 a partir do cenário atual (sem ordenamento)

	Sede			Bom Pastor			Calixto			Campo Alegre de Minas			Independência			Nicolândia		
Ano	Impermeabilização (300m² + 35%) (km²)	Projeção de impermeabilização (%)	Impermeabilização da Bacia (%)	Impermeabilização (300m² + 35%) (km²)	Projeção de impermeabilização (%)	Impermeabilização da Bacia (%)	Impermeabilização (300m² + 35%) (km²)	Projeção de impermeabilização (%)	Impermeabilização da Bacia (%)	Impermeabilização (300m² + 35%) (km²)	Projeção de impermeabilização (%)	Impermeabilização da Bacia (%)	Impermeabilização (300m² + 35%) (km²)	Projeção de impermeabilização (%)	Impermeabilização da Bacia (%)	Impermeabilização (300m² + 35%) (km²)	Projeção de impermeabilização (%)	Impermeabilização da Bacia (%)
2015	-	-	-	-	-	0,117	-	-	0,981	-	-	2,163	-	-	0,141	-	-	0,260
2016	0,00	0,00	-	0,00	0,000	0,117	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0010	1,138	0,143	0,00	0,00	0,260
2017	0,00	0,00	-	0,00	0,000	0,117	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0001	0,142	0,143	0,00	0,00	0,260
2018	0,00	0,00	-	0,00	0,000	0,117	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0014	1,564	0,145	0,00	0,00	0,260
2019	0,00	0,00	-	0,00	0,000	0,117	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0009	0,995	0,146	0,00	0,00	0,260
2020	0,00	0,00	-	0,00	0,000	0,117	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0005	0,569	0,147	0,00	0,00	0,260
2021	0,00	0,00	-	0,00	0,000	0,117	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0001	0,142	0,147	0,00	0,00	0,260
2022	0,00	0,00	-	0,00	0,000	0,117	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0009	0,995	0,149	0,00	0,00	0,260
2023	0,00	0,00	-	0,00	0,246	0,117	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0006	0,711	0,150	0,00	0,00	0,260
2024	0,00	0,00	-	0,00	0,000	0,117	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0005	0,569	0,151	0,00	0,00	0,260
2025	0,00	0,00	-	0,00	0,246	0,117	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0006	0,711	0,152	0,00	0,00	0,260
2026	0,00	0,00	-	0,00	0,000	0,117	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0000	0,000	0,152	0,00	0,00	0,260
2027	0,00	0,00	-	0,00	0,246	0,117	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0008	0,853	0,153	0,00	0,00	0,260
2028	0,00	0,00	-	0,00	0,000	0,117	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0005	0,569	0,154	0,00	0,00	0,260
2029	0,00	0,00	-	0,00	0,000	0,117	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0005	0,569	0,154	0,00	0,00	0,260
2030	0,00	0,00	-	0,00	0,000	0,117	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0004	0,427	0,155	0,00	0,00	0,260
2031	0,00	0,00	-	0,00	0,000	0,117	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0003	0,284	0,155	0,00	0,00	0,260
2032	0,00	0,00	-	0,00	0,000	0,117	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0003	0,284	0,156	0,00	0,00	0,260
2033	0,00	0,00	-	0,00	0,000	0,117	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0005	0,569	0,157	0,00	0,00	0,260
2034	0,00	0,00	-	0,00	0,000	0,117	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0009	0,995	0,158	0,00	0,00	0,260
2035	0,00	0,00	-	0,00	0,000	0,117	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0001	0,142	0,158	0,00	0,00	0,260
2036	0,00	0,00	-	0,00	0,000	0,117	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0006	0,711	0,159	0,00	0,00	0,260
Total	**0,00**	**0,00**	-	**0,00**	**0,74**	**0,117**	**0,00**	**0,00**	**0,981**	**0,00**	**0,00**	**2,163**	**0,01**	**12,94**	**0,159**	**0,00**	**0,00**	**0,260**

Fonte : SHS (2016)

Tabela 13 - Projeção da impermeabilização decorrente da ocupação urbana até 2036 a partir do cenário 1

	Sede			Bom Pastor			Calixto			Campo Alegre de Minas			Independência			Nicolândia		
Ano	Cenário 1 (70% impermeável) (Km²)	Projeção de impermeabilização. Cenário 1 (%)	Impermeabilização da Bacia. Cenário1 (%)	Cenário 1 (70% impermeável) (Km²)	Projeção de impermeabilização. Cenário 1 (%)	Impermeabilização da Bacia. Cenário1 (%)	Cenário 1 (70% impermeável) (Km²)	Projeção de impermeabilização. Cenário 1 (%)	Impermeabilização da Bacia. Cenário1 (%)	Cenário 1 (70% impermeável) (Km²)	Projeção de impermeabilização. Cenário 1 (%)	Impermeabilização da Bacia. Cenário1 (%)	Cenário 1 (70% impermeável) (Km²)	Projeção de impermeabilização. Cenário 1 (%)	Impermeabilização da Bacia. Cenário1 (%)	Cenário 1 (70% impermeável) (Km²)	Projeção de impermeabilização. Cenário 1 (%)	Impermeabilização da Bacia. Cenário1 (%)
2015	-	-	-	-	-	0,016	-	-	0,981	-	-	2,163	-	-	0,141	-	-	0,260
2016	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,016	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0007	0,796	0,142	0,00	0,00	0,260
2017	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,016	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0001	0,100	0,142	0,00	0,00	0,260
2018	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,016	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0010	1,095	0,144	0,00	0,00	0,260
2019	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,016	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0006	0,697	0,145	0,00	0,00	0,260
2020	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,016	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0004	0,398	0,145	0,00	0,00	0,260
2021	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,016	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0001	0,100	0,145	0,00	0,00	0,260
2022	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,016	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0006	0,697	0,146	0,00	0,00	0,260
2023	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,016	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0004	0,498	0,147	0,00	0,00	0,260
2024	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,016	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0004	0,398	0,148	0,00	0,00	0,260
2025	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,016	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0004	0,498	0,148	0,00	0,00	0,260
2026	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,016	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0000	0,000	0,148	0,00	0,00	0,260
2027	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,016	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0005	0,597	0,149	0,00	0,00	0,260
2028	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,016	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0004	0,398	0,150	0,00	0,00	0,260
2029	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,016	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0004	0,398	0,150	0,00	0,00	0,260
2030	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,016	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0003	0,299	0,151	0,00	0,00	0,260
2031	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,016	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0002	0,199	0,151	0,00	0,00	0,260
2032	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,016	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0002	0,199	0,151	0,00	0,00	0,260
2033	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,016	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0004	0,398	0,152	0,00	0,00	0,260
2034	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,016	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0006	0,697	0,153	0,00	0,00	0,260
2035	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,016	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0001	0,100	0,153	0,00	0,00	0,260
2036	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,016	0,00	0,00	0,981	0,00	0,00	2,163	0,0004	0,498	0,154	0,00	0,00	0,260
Total	**0,00**	**0,00**	-	**0,00**	**0,00**	**0,016**	**0,00**	**0,00**	**0,981**	**0,00**	**0,00**	**2,163**	**0,008**	**9,058**	**0,154**	**0,00**	**0,00**	**0,260**

Fonte: SHS (2016)

Caso se projetasse os valores de impermeabilização das bacias de drenagem, para ambos os cenários no gráfico de estudo de Leopold (1968), 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 polução, 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. Gonçalvez, 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 (4.3), que preveem esforços conjuntos na recuperação e conservação de APPs, áreas críticas, e cursos hídricos, que possivelmente trarão influências positivas na reservação e infiltração, impactando diretamente os picos e frequências de vazões máximas.

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

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

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

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 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 o aumento da frequência de enchentes e entupimentos de condutos e canais por sedimentos, assim como a 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.

No diagnóstico do sistema de drenagem urbana de Resplendor, foi constatado que, devido ao relevo local e ao uso e ocupação do solo, processos erosivos expressivos são comuns tanto na sede, quanto nos distritos. A consequência disto é um grande aporte de sedimentos para a rede de drenagem, podendo causar ou agravar episódios de enchente, um problema grave e comum no município. Além disso, há histórico de escorregamentos na sede, o que coloca em risco a segurança da população e torna ainda mais imperativa a adoção de medidas de controle de erosão.

Neste contexto, é importante a recuperação das áreas degradadas por erosão e/ou escorregamento 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 escorregamentos. 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.

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

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.

Existem diversas técnicas para controle de erosão tanto urbana quanto rural. Segundo Rotta (2012) essas podem ser utilizadas para diferentes objetivos, tanto para prevenção como para controle, mitigação e/ou recuperação de áreas afetadas pela erosão acelerada. O Quadro 79 agrupa as técnicas mais utilizadas em revisão da literatura especializada feita por Rotta (2012).

Quadro 79 - Medidas para prevenção, controle, mitigação e/ou recuperação que podem ser usadas para áreas degradadas por processos erosivos.

		Objetivo das medidas			
	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			
	Adubação (verde, química e orgânica)	x	x	x	
	Plantio direto	x	x	x	
	Rotação de culturas	x	x	x	
	Calagem			x	
	Plantio em contorno	x	x	x	x
Mecânicas	Terraceamento	x	x	x	x
	Sulcos e camalhões em contorno	x			
	Canais escoadouros	x	x	x	
	Barragens	x	x	x	
	Adequação e conservação de estradas vicinais e carreadores	x	x	x	
	Caixas de infiltração	x	x	x	
	Aterramento		x	x	x
	Rip Rap	x	x	x	x

		Medidas	Objetivo das medidas			
			Prevenção	Controle	Mitigação	Recuperação
		Cordões de nível	x	x	x	x
		Aterramento com resíduo		x	x	x
		Retaludamento	x	x	x	x
		Bermas	x	x	x	x
		Barragem de sedimento	x	x	x	
Estruturais	-	Muro de contenção	x	x	x	
		Dique de proteção	x	x	x	
	Microdrenagem	Meios-fios/Guias	x	x	x	x
		Sarjetas	x	x	x	x
		Bocas de lobo/Bocas coletoras	x	x	x	x
		Galerias	x	x	x	x
		Poços de visita	x	x	x	x
		Tubos de ligações	x	x	x	x
		Caixas de ligação	x	x	x	x
	Macrodrenagem	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
		Geogrelha vegetada	x	x	x	x
		Mantas de gramíneas	x	x	x	x
		Sistemas de celas de confinamento	x	x	x	x
		Tapete biodegradável	x	x	x	

Fonte: Adaptado de Rotta (2012)

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

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

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

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

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

- Controle do uso do solo urbano.
- Regulamentação para áreas em construção, incluindo a obrigatoriedade da adoção das medidas de controle da produção de sedimentos, diminuindo a erosão local.
- Implantação de áreas verdes que reduzem as vazões e os volumes escoados superficialmente, assim como as cargas de sedimentos.;
- Controle de ligações clandestinas de esgoto na rede de drenagem.;
- Varrição de ruas e 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.;

Medidas não estruturais e preventivas no âmbito da geração de resíduos podem ser tomadas no sentido de melhorar os serviços urbanos, estando entre elas:

- Regular os empreendimentos com atuação no controle da implantação de construções urbanas.
- Criar mecanismos para redução das fontes de produção de resíduos.
- Implementar e/ou ampliar os programas de reciclagem visando recuperar o valor econômico agregado dos resíduos.
- Implementar ações de Educação, conscientização e de 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 80.

Quadro 80 - 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), estas técnicas podem tanto ser para controle local ou regional, as quais são também classificadas como controle de jusante devido ao posicionamento relativo de suas estruturas na bacia, como também de controle na fonte, que são estruturas distribuídas na bacia que buscam o controle do escoamento superficial o mais próximo possível da fonte geradora, como por exemplo nos loteamentos, praças e vias urbanas. Como exemplo de medidas de controle local ou regional temos as bacias de detenção/retenção. As outras técnicas apresentadas no Quadro 80 (obras lineares e pontuais) são medidas de controle na fonte. Todas essas medidas procuram agir diminuindo o pico do hidrograma na respectiva bacia.

O diagnóstico do sistema de drenagem do município constatou que tanto a sede quanto alguns distritos sofrem sérios problemas com enchentes. Desta forma, é imprescindível a adoção de medidas que atuem no controle do escoamento superficial.

Primeiramente, propõe-se a elaboração de um cadastro das redes de drenagem da sede e de cada distrito, 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 a expansão da rede de microdrenagem, que é insuficiente no município. 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 das enchentes, principalmente nos distritos, 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.

Na sede municipal, onde o principal componente da macrodrenagem é o reservatório da UHE Aimorés no rio Doce, há dois tipos de dispositivos com a função de evitar o remanso nos dispositivos finais da macrodrenagem e a ocorrência de enchentes e alagamentos, a saber:

- Tanques de amortecimento, que recebem o lançamento da microdrenagem, antes de lança-lo no reservatório por meio de bombas de recalque;
- Dique de contenção antes da foz do córrego Salgado, contribuinte do rio Doce.

Desta maneira, propõe-se a sistematização da manutenção destes dispositivos, que hoje ocorre apenas de forma corretiva.

Da mesma maneira, tanto na sede quanto nos distritos, 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.

4.2.4. Diretrizes para o tratamento dos fundos de vale

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

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

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

O município de Resplendor possui um anteprojeto de Lei do Plano Diretor. Neste contexto, a elaboração de um Plano Diretor apresenta-se como uma oportunidade para se atentar para as especificidades do município em termos de drenagem, usando-o como um instrumento na prevenção de erosão, assoreamento, escorregamentos e enchentes.

4.3. Objetivos, metas, ações e estimativa de custos

Para o sistema de drenagem de águas pluviais foram propostos seis objetivos específicos, de acordo com seus aspectos e com as características de Resplendor 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. **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.**

O Quadro 81 apresenta as metas estabelecidas para atingir a esses objetivos buscando adequar o setor de drenagem urbana e manejo de águas pluviais do município de Resplendor, considerando um horizonte de planejamento de 20 anos.

Quadro 81 - 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.	Imediato
	1.4 Estabelecer para o município um índice de impermeabilização para os lotes urbanos e garantir sua fiscalização.	Longo
2. Desestimular a ocupação de áreas suscetíveis a processos erosivos e promover a desocupação em áreas de risco.	2.1 Mapear as ocupações em áreas de risco de movimentação de massa, em conjunto com a Defesa Civil.	Imediato
	2.2 Estabelecer um plano de desocupação em áreas com risco de movimentação de massa.	Imediato
	2.3 Impedir legalmente a ocupação de áreas de risco e garantir a fiscalização.	Curto
	2.4 Executar plano de desocupação em áreas com risco de movimentação de massa.	Curto
	2.5 Recuperar 40% de áreas sujeitas a acidentes decorrentes de processos erosivos.	Curto
	2.6 Recuperar 100% das áreas de risco depois de desocupadas.	Longo
3. Recuperar e revitalizar APPs e áreas verdes.	3.1 Elaborar plano de recuperação de APPs e áreas verdes, considerando o mapeamento de áreas críticas de drenagem.	Curto
	3.2. Reduzir 70% da quantidade de resíduos sólidos depositados nas margens dos rios do município.	Curto
	3.3 Aumentar em 200% (em relação a 2014) o número de eventos anuais do município voltados à conscientização acerca dos resíduos sólidos descartados incorretamente em APPs e seu manejo adequado.	Longo

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

Fonte: SHS, 2015

O Quadro 82 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$ 18.770.000,00** (dezoito milhões, setecentos e setenta mil reais).

Quadro 82 - 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 (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 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:20 horas/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
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)

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
3.1.2.06	**Ação 6:** Elaborar projetos e construir reforço de galerias nos pontos com problemas de subdimensionamento da rede já identificados no diagnóstico, levando-se em consideração as prioridades apontadas no documento e utilizando-se, sempre que possível, técnicas menos agressivas para o meio ambiente.	X	X			1.300.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
3.1.2.07	**Ação 7:** Construir rede de drenagem e dissipadores de energia em pontos não atendidos por esses equipamentos.	X	X	X		1.000.000,00	* ***C= obras lineares necessárias(m) x custo unitário de execução*** *Fonte: Banco de Preços de Serviços Operacionais Sabesp, 2015, ref:R$ 140,35/m
3.1.2.08	**Ação 8:** Expandir rede de microdrenagem de forma completa (galeria, sarjeta, boca de lobo e dissipador de energia) para os pontos em que esses dispositivos são insuficientes, conforme detalhado no diagnóstico, e também para outros pontos que forem diagnosticados.	X	X	X		1.000.000,00	***C= obras lineares necessárias(m) x custo unitário de execução*** *Fonte: Banco de Preços de Serviços Operacionais Sabesp, 2015, ref:R$ 140,35/m ³
3.1.2.09	**Ação 9:** Realizar as ações de controle de enchentes nas localidades rurais do município.	X	X	X	X	650.000,00	***C= obras lineares necessárias(m) x custo unitário de execução*** *Fonte: Banco de Preços de Serviços Operacionais Sabesp, 2015, ref:R$ 140,35/m ³
3.1.2.10	**Ação 10:** Elaborar e implementar programa de construção de caixas secas na zona rural.	X	X	X	X	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$ 69,82m³ Valor mínimo estimado de escavação por propriedade: 30 m³
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

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
3.1.2.12	**Ação 12:** Pavimentar as vias urbanas, com projeto de microdrenagem incluso.		X	X	X	2.400.000,00	***C=estimativa mínima de vias a serem pavimentadas x custo unitário (m²) pavimentação*** Fonte: Banco de preços de serviços operacionais da SABESP, 2014 ref:89,25m² Estimativa mínima de pavimentação: 3 km
3.1.3.13	**Ação 13:** Planejar calendário de eventos municipais acerca do correto manejo dos resíduos sólidos.	X	X			15.000,00	***C= valor homem-hora (técnico)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 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/acatar um índice mínimo de permeabilidade do solo nos lotes urbanos, regulamentando essa medida por força de lei e fiscalizando seu efetivo cumprimento.	X	X	X	X	*	
3.2.1.16	**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 (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 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 N° de eventos necessário: 4/ano N° 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
3.2.5.22	**Ação 22:** Contratar empresa especializada em recuperação de encostas e áreas sujeitas à ocorrência de erosão para elaboração do Plano de recuperação destas áreas.	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 (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
3.2.6.23	**Ação 23:** Realizar as ações de controle de erosões nas localidades rurais do município.		X	X	X	230.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas + valor homem-hora (Técnico)** x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R$ 122,04, **R$ 71,98
3.2.5.24	**Ação 24:** Instalar escadas de dissipação para contenção dos taludes e estabilizações de voçorocas nas zonas urbana e rural.		X	X	X	190.000,00	O preço médio foi estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, empresas de engenharia etc)
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 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 (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
3.3.2.28	**Ação 28:** Realizar campanhas educativas permanentes buscando a sensibilização e a conscientização popular acerca da importância da separação, acondicionamento e disposição adequada dos resíduos, bem como sobre a importância de se preservar as APPs do município.	X	X	X	X	60.000,00	***C=número de eventos X preço das conveniências*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R$ 27,00/pessoa N° de eventos:3 eventos/ano N° médio de participantes:40 pessoas
3.3.3.29	**Ação 29:** Realizar eventos educativos voltados à conscientização do 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:3 eventos/ano N° médio de participantes:40 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 topobatimétrico 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 100000m² R$ 1.555,70/ha

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 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:** Aprovar legislação de regulamentação de uso e ocupação do solo urbano.	X				*	
3.4.3.36	**Ação 36:** Atualizar a cada cinco anos os coeficientes de escoamento superficial, de acordo com levantamentos detalhados e atualizados de uso do solo.	X	X	X	X	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: 120 horas
3.4.4.37	**Ação 37:** 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 R$ 1.555,70/ha
3.4.5.38	**Ação 38:** Realizar concurso público para contratação de mão de obra especializada.	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: 210 horas

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
3.4.5.39	**Ação 39:** Renovar os equipamentos de informática.	X	X			150.000,00	***C= estimativa mínima necessária de máquinas x preço médio de microcomputador*** Fonte: pesquisa de mercado ref: R$ 2.000,00/unidade
3.4.5.40	**Ação 40:** Realizar capacitação de funcionários.	X	X	X	X	60.000,00	***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 N° profissionais treinados: 6 N° hora de treinamento: 6 Frequência de treinamento:1/ano
3.4.5.41	**Ação 41:** Renovar frota de veículos e criar procedimentos para gestão da frota.	X	X			700.000,00	***C=Preço de caminhão basculante x quantidade necessária*** Fonte: FIPE ref: R$ 275.000,00
3.4.5.42	**Ação 42:** Abrir processo licitatório com a finalidade de se elaborar Plano de Macrodrenagem para o município.	X				260.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
3.4.5.43	**Ação 43:** 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 N° de eventos:2 eventos/ano N° médio de participantes:40 pessoas
3.4.5.44	**Ação 44:** 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	*	
3.4.5.45	**Ação 45:** Criar mecanismos que garantam a participação dos gestores que lidam com drenagem urbana em todas as reuniões onde serão empreendidas tomadas de decisão sobre o desenvolvimento urbano do município.	X	X			*	

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
3.4.5.46	**Ação 46:** Criar mecanismos de articulação entre os procedimentos de manutenção do sistema de drenagem e os serviços de limpeza urbana, com o intuito de corrigir e prevenir o acúmulo de lixo nos dispositivos de micro e macrodrenagem presentes na área urbana municipal.	X	X			*	
3.4.5.47	**Ação 47:** Realizar reuniões multissetoriais semestrais para a definição das prioridades e do planejamento orçamentário para obras de drenagem urbana no município e para acompanhamento do andamento dos investimentos já realizados.	X	X	X	X	50.000,00	***C=número de eventos X preço das conveniências*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R$ 27,00/pessoa N° de eventos:3 eventos/ano N° médio de participantes:30 pessoas
3.4.5.48	**Ação 48:** Manter registro de dados financeiros do sistema de drenagem urbana do município.	X	X	X	X	550.000,00	***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
3.4.5.49	**Ação 49:** Criar mecanismos de interlocução com o setor de habitação para deliberação sobre limites de impermeabilização das sub-bacias urbanas.	X	X			*	
3.45.50	**Ação 50:** Normatizar/Padronizar a construção de estruturas de microdrenagem (bocas de lobo, sarjetas, sarjetões), baseado em referências bibliográficas, visando facilitar a manutenção.	X	X	X	X	20.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 160 horas

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
3.5.1.51	**Ação 51:** Elaborar estudo para avaliação da legislação ambiental municipal, estadual e federal que se aplique ou que influencie direta ou indiretamente no manejo de águas de chuvas do município, com o propósito de regulamentar a gestão do setor.	X				20.000,00	***C= valor homem-hora (advogado sênior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 212,74 Quantidade mínima de horas de dedicação:95 horas
3.5.1.52	**Ação 52:** Fazer um levantamento de todas as atividades passíveis de licenciamento ambiental ou autorização de órgão ambiental e elaborar um calendário para a regularização.	X				20.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 160 horas
3.5.1.53	**Ação 53:** Solicitar e acompanhar os processos de solicitação de licenças e certificados ambientais.	X	X	X	X	*	
3.5.1.54	**Ação 54:** Acompanhar a evolução dos índices de permeabilidade dos lotes urbanos e fiscalizar o atendimento à legislação aplicável.	X	X	X	X	*	
3.5.1.55	**Ação 55:** Elaborar legislação que regulamente a manutenção do escoamento superficial dos lotes urbanos.	X				*	
3.5.1.56	**Ação 56:** Criar procedimento de acompanhamento da validade das licenças ambientais do SDU.	X				*	
3.5.2.57	**Ação 57:** Acompanhar a validade das licenças ambientais do SDU, segundo procedimento pré-estabelecido.	X	X	X	X	*	
3.6.1.58	**Ação 58:** Atualizar o site da prefeitura sobre o sistema de drenagem urbana e manejo de águas de chuva.	X				15.000,00	***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:130 horas

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
3.6.1.59	**Ação 59:** Criar meios lúdicos e interativos de conscientização ambiental para o público em geral (jingles, personagens do lixo, frases de efeito, slogans, etc.), relacionando-os à importância do sistema de drenagem para uma cidade e à qualidade de vida da população.	X	X			40.000,00	***C=homem-hora (biólogo)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R$ 118,78 Quantidade mínima de horas de dedicação: 335 horas
3.6.1.60	**Ação 60:** 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
3.6.1.61	**Ação 61:** Criar serviço de atendimento aos usuários, com procedimentos que viabilizem o acompanhamento das ações em relação às reclamações realizadas, atendendo às demandas de maneira rápida e eficiente.	X				150.000,00	***C=homem-hora (analista de suporte técnico sênior)* + homem-hora (secretária plena nível superior)**x horas trabalhadas*** Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: * 174,61 ; **R$ 80,87 Quantidade mínima de horas de dedicação:*570 horas; **620 horas
3.6.1.62	**Ação 62:** Contratar/ treinar uma equipe responsável pela manutenção das informações a serem disponibilizadas pelo banco de dados e por demais canais de comunicação.	X				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 N° técnicos treinados: 3 N° horas treinamento: 20 Frequência de treinamento: 1/ano

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
3.6.2.63	**Ação 63:** Disponibilizar as informações existentes relacionadas ao eixo de drenagem urbana e manejo de águas pluviais à população através de web site.	X	X	X	X	20.000,00	***C= valor homem-hora (técnico)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação:15 horas/ano
3.6.3.64	**Ação 64:** Promover a realização de reuniões e seminários para o esclarecimento quanto à destinação final adequada dos resíduos sólidos e conscientizar a população sobre a importância de se proteger as margens dos rios.	X	X	X	X	60.000,00	***C=número de eventos X preço das conveniências*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R$ 27,00/pessoa N° de eventos:4 eventos/ano N° médio de participantes:30 pessoas
3.6.3.65	**Ação 65:** Realizar eventos públicos (como audiências) periodicamente, com o intuito de informar a população sobre a situação do manejo de águas pluviais no município e assumir um papel de canal para recebimento de reclamações e sugestões.	X	X	X	X	60.000,00	***C=número de eventos X preço das conveniências*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R$ 27,00/pessoa N° de eventos:4 eventos/ano N° médio de participantes:30 pessoas
3.6.3.66	**Ação 66:** Criar mecanismos para apoio de iniciativas em educação ambiental nas escolas.	X	X			50.000,00	***C=homem-hora (biólogo)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R$ 118,78; Quantidade mínima de horas de dedicação:50 horas/ano
3.6.3.67	**Ação 67:** Divulgar, através de cartilhas e em meio digital, todos os direitos e deveres da população referentes aos serviços prestados no âmbito da drenagem urbana.	X	X	X	X	50.000,00	***C=homem-hora (biólogo)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R$ 118,78; Quantidade mínima de horas de dedicação:420 horas
3.6.4.68	**Ação 68:** Realizar, periodicamente, pesquisas de percepção e satisfação com a população para obter *feedbacks* dos serviços prestados, de maneira a verificar os pontos passíveis de melhorias.	X	X	X	X	160.000,00	**C=SM*x n° entrevistadores x 17anos** *SM: valor do salário mínimo nacional vigente pago uma vez ao ano Ne entrevistadores: 10 pessoas

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
3.6.4.69	**Ação 69:** Firmar parcerias com a defesa civil e com o titular pelos serviços de drenagem urbana para divulgação conjunta acerca dos riscos da disposição inadequada de resíduos e dos problemas por eles causados (enchentes, degradação de APPs, risco à saúde, etc.).	X				*	
3.6.4.70	**Ação 70:** Instituir formas de divulgação do Plano Municipal de Saneamento Básico e do futuro Plano Municipal de Macrodrenagem do município a toda a população.	X				20.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas + valor homem-hora (Técnico)** x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R$ 122,04, **R$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação:*80 horas; **140 horas
3.6.4.71	**Ação 71:** Dotar de maior transparência a questão de investimentos no setor de drenagem urbana, através da criação de portais informativos pela internet com os valores a serem aplicados no mês em questão.	X	X			*	
3.2.1.72	**Ação 72:** Elaborar Plano de Emergências e Contingências considerando eventos que possam afetar as estruturas de drenagem do município.	X					

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

Total: R$ 18.770.000,00

4.4. Detalhamento das ações

4.4.1. Mapear e cadastrar toda a rede de drenagem urbana

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

4.4.2. Programa de captação da água da chuva

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

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

4.4.3. Programa de recuperação de APP e áreas verdes

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

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

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

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

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

Segundo a renovação da Licença de Operação (LO) 512/2005, a Usina Hidrelétrica Aimorés (UHE) fica obrigada a recompor a mata ciliar na faixa de 30 metros no entorno dos reservatórios auxiliar e principal, fato ainda não consumado.

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 para a sede

Macrodrenagem:

- Inspecionar ocupações irregulares quanto à necessidade de instalação de estruturas de drenagem, a fim de estabilizar os taludes (escada de dissipação, sarjetas e bocas de lobo).
- Fiscalizar o lançamento de esgotos nos tanques de amortecimento.

- Coletar o esgoto lançado na rede de drenagem, especialmente nas proximidades do córrego do Salgado, onde há grande densidade populacional no entorno do corpo hídrico.
- Propor solução para sistema de coleta de esgoto instalado no tanque de amortecimento 4, que pode sofrer recalque em altos deflúvios, bem como ser fonte de poluição.

4.4.6. Ações específicas para Bom Pastor

Microdrenagem:

- Instalar estruturas de microdrenagem na via principal (Rua Antônio Eugenio Moreira).

Macrodrenagem:

- Desassorear curso hídrico na Ponte 1 (coordenadas UTM: 24K 285664mE; 7868634mS).
- Reconstruir Ponte 2 (coordenadas UTM: 24K 285355 mE; 7868428 mS).
- Estabilizar e controlar erosão em voçoroca que assoreou curso hídrico (coordenadas UTM: 24K 285647mE; 7868523 mS).

4.4.7. Ações específicas para Calixto

Microdrenagem:

- Instalar e adequar novas estruturas de microdrenagem nas proximidades da rua Sebastião Pimenta e travessa (em frente à igreja).
- Readequar a infraestrutura de microdrenagem da rua Caixa d'água e ruas do entorno que recebem o fluxo da cota mais alta do distrito.
- Cemitério – Plantar gramíneas em locais onde o solo está exposto e utilizar pavimentação adequada para infiltração.
- Cemitério - Implantar dispositivos de contenção de sedimento a jusante das alas de lançamento de drenagem.

Macrodrenagem:

- Cadastrar moradores atingidos pela inundação devido ao extravasamento do córrego Calixto.

- Propor soluções para desocupação das áreas mais afetadas e compensar adequadamente.
- Readequar o canal do córrego Calixto.
- Restaurar a APP do córrego Calixto.
- Contratar empresa especializada para redimensionar e construir nova ponte no local onde hoje está instalada a ponte 1/ponto 2a (4.1.6).

4.4.8. Ações específicas para Campo Alegre de Minas

Macrodrenagem:

- Redimensionar e reconstruir as pontes 1 e 2 (pontos 3a e 3b, respectivamente).
- Cadastrar os moradores atingidos pela inundação devido ao extravasamento dos corpos hídricos (ribeirão Bananal e afluente).
- Propor soluções para desocupação das áreas mais afetadas e compensar adequadamente.

4.4.9. Ações específicas para Independência

Macrodrenagem:

- Desassorear o afluente do córrego Visicatório, assim como monitorar os tanques de abastecimento construídos a montante, dentro de propriedades particulares.
- Estabelecer acordos oficiais que auxiliem e facilitem o acesso aos corpos hídricos do distrito que estão em áreas privadas, bem como realizar manutenções dos corpos hídricos, especialmente aqueles onde a jusante ocorre eventos de inundação.
- Cadastrar os moradores atingidos pela inundação devido ao extravasamento dos corpos hídricos (item 4.1.6).
- Propor soluções para desocupação das áreas mais afetadas e compensar adequadamente.

4.4.10. Ações específicas para Nicolândia

Macrodrenagem:

- Readequar os corpos hídricos do município (córrego Santa Cruz e Resplendorzinho), tendo como prioridade o corpo hídrico que mais afeta a população (córrego Santa Cruz).
- Cadastrar os moradores atingidos pela inundação devido ao extravasamento dos corpos hídricos.
- Propor soluções para desocupação das áreas mais afetadas e compensar adequadamente.

4.4.11. Ações específicas para assentamentos

- Auxiliar os assentamentos, disponibilizando tecnologia e informação a fim de preservar os recursos hídricos.

4.4.12. Plano de Manutenção[1]

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.

[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.

- **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**:

    - 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.

4.4.12.1. 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 83 indica as estruturas que devem ser submetidas à inspeção, suas rotinas e respectivas frequências mínimas de execução das atividades.

Quadro 83 - Procedimentos de inspeção para as estruturas do sistema de drenagem

Estrutura	Rotina	Frequência Mínima
Sarjetas	Inspecionar os pontos de acesso a sarjetas ou bocas de lobo. Atenção especial deve ser dada aos danos ou bloqueios.	A cada 60 dias.
	Inspecionar revestimento das estruturas para determinar quaisquer danos e deteriorações.	
	Procurar por obstruções causadas por acúmulo de resíduos, sedimentos, vegetação ou acessos às garagens.	
Bocas de lobo, bueiros, galerias e canais abertos e fechados.	Inspecionar os pontos de acesso, verificando obstruções no gradeamento.	A cada 60 dias.
	Inspecionar revestimento das estruturas para determinar quaisquer danos e deteriorações.	
	Procurar por obstruções causadas por acúmulo de resíduos e sedimentos internamente.	
	Inspecionar o gradeamento a fim de verificar a facilidade ao acesso interno.	
Tanques de amortecimento *	Inspecionar se ocorre acúmulo de detritos ou resíduos no local.	Nos períodos de estiagem, inspecionar mensalmente.
	Verificar a ocorrência de materiais que barrem a entrada do fluxo da água nos tanques.	
	Verificar a existência de vegetação no local, podendo se desprender e provocar entupimento em períodos chuvosos.	
	Inspecionar grades de retenção de resíduos para garantir que elas estejam livres de detritos e lixo.	Durante o período chuvoso, as inspeções deverão ser quinzenais ou imediatamente após a ocorrência de evento chuvoso.
	Inspecionar a existência de erosões na área do tanque, evitando assim o desprendimento de sedimentos.	
	Verificar a existência de lançamento de esgoto.	
Equipamentos eletromecânicos *	Inspecionar bombas hidráulicas, registros, motores elétricos, quadros de comando e chaves de acionamento, bem como outros elementos existentes na casa de bombas (sensores de monitoramento, iluminação, etc.).	Nos períodos de estiagem inspecionar mensalmente. Durante o período chuvoso, as inspeções deverão ser quinzenais ou imediatamente após a ocorrência de evento chuvoso em que se observar alagamento na área de controle dos equipamentos hidromecânicos.
Corpos hídricos	Inspecionar o canal do corpo hídrico quanto à presença de galhos, sedimentos, resíduos urbanos ou qualquer tipo de elemento que provoque o bloqueio do mesmo.	A inspeção deve ocorrer trimestralmente nos meses de baixa pluviosidade e mensalmente nos meses de alta pluviosidade.

(*) Elementos inspecionados pela UHE Aimorés, segundo LO512/2005-
Fonte: adaptado de SMDU (2012)

O Quadro 84 indica as estruturas que devem ser submetidas à limpeza, suas rotinas e frequência e o Quadro 85 indica as estruturas que devem ser submetidas à manutenção, suas rotinas e frequência mínima de execução das atividades.

Quadro 84 - 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.
Tanque de amortecimento*	Limpar sedimentos, resíduos sólidos e outros detritos acumulados.	Nos períodos de estiagem, limpar mensalmente. Durante o período chuvoso, após a ocorrência de cada evento de chuva.
Corpos hídricos	Limpar sedimentos, resíduos sólidos e outros detritos acumulados.	Limpar quando a inspeção detectar necessidade e principalmente antes dos meses de alta pluviosidade.

(*) Elementos inspecionados pela UHE Aimorés, segundo LO512/2005
Fonte: adaptado de SMDU (2012)

Quadro 85 - 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.
Tanques de amortecimento*	Reparar / Substituir elementos danificados. Refazer revestimento.	Quando verificada a necessidade durante a inspeção.
Equipamentos eletromecânicos*	Reparar / Substituir elementos danificados.	Quando verificada a necessidade durante a inspeção.
Corpos hídricos	Reparar canal do corpo hídrico obstruído ou danificado.	Quando verificada a necessidade durante a inspeção.

(*) Elementos inspecionados pela UHE Aimorés, segundo LO512/2005
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 §1 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

A postura dos gestores do município de Resplendor é de preocupação com a questão dos resíduos sólidos urbanos, como pode ser observado na Lei nº374, de 25

de agosto de 1999, que institui o novo Código de Posturas do Município de Resplendor e dá outras providências. Em seu Capítulo II - Da Higiene Pública-Seção I - Artigo 10, especifica-se que cabe à prefeitura manter regulamentadas em lei as exigências relativas à higiene e fiscalizar estabelecimentos, vias e logradouros públicos, habitações particulares e coletivas, lotes e terrenos baldios, matadouros, estábulos, cocheiras, pocilgas e todos os empreendimentos cujas atividades e/ou efluentes possam oferecer riscos à saúde coletiva, devendo a Secretaria Municipal de Saúde tomar providências, isoladamente, ou em conjunto com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, no que se refere a:

> III - Acondicionamento, destinação e tratamento final adequado, conforme a legislação pertinente, do lixo orgânico, inorgânico, químico e por ventura, radioativo, de procedência domiciliar, do comércio e indústria, de hospitais, laboratórios, farmácias e drogarias, clínicas médicas, odontológicas e veterinárias;
>
> IV - Acúmulo de lixo, entulhos e vegetação nos lotes e terrenos baldios;
>
> VI - Emissões de ruídos e de efluentes sólidos, líquidos e/ou gasosos, que ponham em risco a saúde pública;

A Seção II - Do Lixo, dispõe em seu Artigo 11 que a Prefeitura Municipal é responsável pela coleta e destinação final de todo lixo produzido nas áreas urbanas do município, cabendo aos moradores acatarem às seguintes condições:

> I - O lixo somente será recolhido pelo serviço de limpeza pública quando devidamente acondicionado em sacos plásticos, que poderão ser colocados em cestos próprios, padronizados conforme orientação da Prefeitura;
>
> II - O horário da coleta estabelecido e divulgado pelo serviço de limpeza urbana de Resplendor deverá ser rigorosamente seguido pelos munícipes, pois o lixo colocado fora de hora os obriga ao seu pronto recolhimento a origem;

III - Os latões, vasilhames, cestos e similares não padronizados serão recolhidos pelo serviço de limpeza urbana e considerados lixo;

IV - A colocação do lixo por mais de duas vezes em latões, vasilhames, cestos não padronizados e similares resultarão em multas e demais medidas;

V - Cacos de vidro e demais materiais pontiagudos e cortantes, deverão ser pré-acondicionados, para evitar acidentes com os funcionários do serviço de limpeza pública.

Cabe ressaltar que como descrito pela prefeitura, a Secretaria de Obras é responsável pela varrição das vias e coleta dos resíduos e a secretaria de Meio Ambiente é responsável pelo manejo dos resíduos sólidos.

O seu Artigo 12 proíbe expressamente o ato de jogar lixo nos logradouros públicos, em terrenos baldios e locais de pouco acesso, como as beiras dos rios e ribeirões e fins de ruas sem saída.

O Parágrafo Único aponta que compete ao poder Público realizar campanhas educativas da população no sentido de manter o bom estado de limpeza dos logradouros públicos, bem como aplicar penalidades previstas, tais como: notificação, advertência, multa, cancelamento de registro e interdição.

O Artigo 15 trata da questão dos resíduos sólidos dos serviços de saúde e indica que estes deverão ser recolhidos separadamente e destinados à incineração.

O Capítulo IV- Seção VI- Limpeza e Higiene trata da limpeza pública, em seus artigos 92 a 95, transcritos a seguir:

Artigo 92 - O serviço de limpeza das ruas, praças e logradouros públicos será executado diretamente pela Prefeitura ou por concessão.

Artigo 93 - Os moradores são responsáveis pela limpeza do passeio e sarjeta fronteiriços à sua residência.

Parágrafo Único - A lavagem ou varredura de passeio e sarjeta deverá ser efetuada em hora conveniente e de pouco trânsito.

Artigo 94 - Para preservar a higiene das vias públicas fica terminantemente proibido:

I - varrer lixo ou detritos sólidos de qualquer natureza para os ralos dos logradouros públicos;

II - fazer varredura do interior dos prédios e dos terrenos para a via pública;

III- consentir o escoamento de águas servidas das residências para rua;

IV- impedir ou dificultar o livre escoamento das águas pluviais pelos canos, valas, sarjetas ou canais das vias públicas, danificando ou obstruindo tais servidões;

V- despejar ou atirar lixo, papéis, ou quaisquer detritos sobre o leito de logradouros públicos.

VI- conduzir, sem precauções, quaisquer materiais que possam comprometer o asseio das vias públicas.

Artigo 95 - Na infração de dispositivos contidos nas seções IV, V e VI, apelidar-se-á multa correspondente a 05 UF's.

A Seção XII - Das Caçambas de Coleta de Terra e Entulho, apresenta em seus artigos:

Artigo 126 - A colocação e a permanência de caçambas para coleta de terra e entulho provenientes de construções, reformas e demolições nas vias e logradouros públicos do Município será permitida:

I- na pista de rolamento, ao longo do meio-fio, em sentido longitudinal;

II- no passeio quando em locais onde houver sinalização proibitiva de estacionamento, desde que seja preservada uma faixa livre para circulação de pedestres;

III- em grupos de até duas em duas caçambas, desde que obedecendo ao espaço mínimo de 10 (dez) metros entre os grupos.

Artigo 127 - O tempo de permanência máxima por caçamba nos locais de estacionamento é de 3 (três) dias, podendo ser renovada a licença.

Artigo 128 - Não será permitida a colocação de caçambas nos seguintes casos:

I - a menos de 3 (três) metros das esquinas;

II - nos locais sinalizados com placa de regulamentação “proibido parar e estacionar” em que a largura do passeio não comporte a colocação de caçambas, exceto mediante autorização expressa ao contratante, fornecida pelo Poder Público.

Artigo 129 - É vedada a utilização de via e logradouro público para guarda de caçambas.

Artigo 130 - As caçambas deverão:

I- ter capacidade máxima de 7m3 (sete metros cúbicos);

II- ser pintadas em cores vivas e que assegurem a visibilidade noturna;

III- estar identificadas com o nome do licenciado e o número do telefone da empresa.

Artigo 131 - Na infração de dispositivos contidos nas seções XI e XII do Capítulo IV, aplicar-se-á multa correspondente a 10 UF’s.

A Lei n° 369/99, que institui o Código Sanitário Municipal e dá outras providências, apresenta no Capítulo I - Das Disposições Preliminares, as normas de controle e fiscalização do lixo doméstico e hospitalar e estabelece em seu Art. 1°, Parágrafo 3° que o setor municipal de Vigilância Sanitária do Departamento Municipal de Saúde tem por fim a promoção e execução destas normas

O Capítulo XVI - Da Higiene das Vias Públicas estabelece:

Art. 27° - O serviço de limpeza das ruas, praças e logradouros públicos será executado diariamente pela Prefeitura ou por concessão.

Art. 28° - Os moradores são responsáveis pela limpeza do passeio fronteiriço às suas residências.

Art. 29° - É absolutamente proibido em qualquer caso, varrer lixo ou detritos sólidos de qualquer natureza para ruas ou logradouros públicos.

Art. 30° - Para preservar de maneira geral a higiene pública fica terminantemente proibido:

Parágrafo 3° - Queimar mesmo nos próprios quintais, lixo ou quaisquer corpos em quantidade capaz de molestar a vizinhança.

Art. 31° - O saneamento básico (água, esgoto e lixo) deve ter caráter prioritário na administração pública, pelos relevantes benefícios que a prestação desses serviços representa na melhoria das condições de vida da população.

Art. 32° - A coleta, remoção e destinação final dos resíduos sólidos urbanos é de responsabilidade do Município, e deverá ser feita em obediência às leis, portarias e decretos federais e estatais. A importância sanitária da solução do problema dos resíduos sólidos está relacionada com a possibilidade do lixo, direta ou indiretamente transmitir algum tipo de doença.

Parágrafo 1° - O lixo doméstico gerado pelas residências deverá ser acondicionado em saco plástico ou, na impossibilidade disso, em tambores ou similares até ser recolhido pelo serviço público, não devendo em hipótese alguma ser jogado nas vias públicas.

Parágrafo 2° - A manipulação do lixo doméstico gerado por estabelecimento comercial de qualquer natureza seguirá as mesmas normas estabelecidas para o lixo residencial desde que não tenha grande volume. Sendo em grande volume, deverá ser guardado no interior do estabelecimento ou área apropriada pra tal até ser recolhido pelo serviço público.

Parágrafo 3° - O lixo hospitalar deverá ser acondicionado em saco branco leitoso e separado do material perfuro-cortante, e colocado em local apropriado, dentro do estabelecimento de saúde, não podendo, em hipótese alguma, ser mantido nas calçadas, até que o serviço público especial o recolha.

Inciso único – O setor da administração municipal encarregado de recolhimento do lixo hospitalar deverá, após recolhê-lo, incinerá-lo em local apropriado.

O município de Resplendor ainda conta com a Lei n° 393/2000, que “Dispõe Sobre o Sistema de Meio Ambiente, compreendendo a Estrutura o Controle, a Política, Conservação e Aplicação, e dá outras providências”, que no seu bojo também contempla, em alguns artigos, a questão dos resíduos sólidos urbanos.

No âmbito dos resíduos sólidos cabe destacar também o documento produzido dentro do Programa Vale Mais, com vistas a promover o desenvolvimento sustentável do município de Resplendor.

Trata-se da “Visão Estratégica de Resplendor 2006 – 2026” que apresenta um conjunto estruturado de medidas para promover o desenvolvimento sustentável de

Resplendor, através da viabilização de projetos e ações para o Médio Rio Doce, que visem integrar a comunidade e diversas instituições presentes no território.

Entre as ações e projetos destacam-se a implantação da coleta seletiva, a implementação de oficinas de reciclagem, e a adoção do conceito dos 3R's (Reduzir, Reutilizar e Reciclar) na gestão de resíduos sólidos em Resplendor e levanta a necessidade de se instituir um manejo adequado aos resíduos produzidos na área rural também.

Entre os projetos prioritários destacou-se a criação de um aterro sanitário.

Em 2004 foi elaborado um Plano de Gestão Integrada para Sistemas de Limpeza, Coleta e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos, para os municípios localizados na área de influência do reservatório da Usina Hidrelétrica de Aimorés, desenvolvido para o município de Resplendor- MG pelo Consórcio da Hidrelétrica de Aimorés – CHA.

Considerou-se que a proposta de um Aterro Sanitário compartilhado se apresentava como solução mais adequada para os municípios de Itueta e Resplendor. Assim, em 2006 foi inaugurado o ACIR (Aterro Compartilhado Itueta Resplendor). Em março de 2015 foram entregues os projetos de expansão da plataforma de resíduos.

Cabe ressaltar ainda o "Projeto Carcaças", em parceria com a iniciativa privada, que vem aproveitando quantidades significativas de carcaças de animais abatidos no município como matéria prima ou insumos para a fabricação de farinhas e outros produtos agropecuários.

5.1.2. Descrição e análise do sistema

O sistema de limpeza urbana é constituído das atividades relacionadas à limpeza do espaço coletivo urbano. Os serviços de varrição, limpeza de logradouros e vias públicas, capina, podas de árvores urbanas, manutenção de áreas verdes, remoção de cadáveres de animais, de veículos abandonados, entre outros, fazem parte deste sistema.

O manejo de resíduos sólidos relaciona-se aos resíduos gerados predominantemente nos ambientes internos, coletivos ou não, suas formas de segregação, acondicionamento, armazenamento, coleta, transbordo, transporte, tratamento e disposição final.

A Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, regulamentada pelo Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010, que dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, apresenta a classificação dos resíduos segundo sua origem:

- resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os resíduos da limpeza urbana, aqueles gerados em ETAs, ETEs e aterros sanitários, os resíduos dos serviços de saúde, os resíduos da construção civil, os resíduos dos transportes.

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

Neste PMSB foram estabelecidas sete classes gerais de resíduos em função de sua origem. Esta classificação foi adotada considerando as informações disponíveis no município de Resplendor, as suas particularidades e o atendimento à Lei 12.305/2010. Assim, as seguintes classes foram abordadas:

1. **resíduos sólidos urbanos**: são os resíduos domiciliares somados aos resíduos de limpeza urbana e aos resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, ou seja, englobam as três categorias anteriores. Adotou-se esta convenção neste plano devido ao fato de que essas três categorias são atendidas pelo mesmo serviço de coleta de resíduos urbanos;
2. **resíduos industriais**: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

3. **resíduos de serviços de saúde**: os gerados nos serviços de saúde (ex: hospitais, clínicas, consultórios, farmácias, laboratórios de análises clínicas, etc.), conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS);
4. **resíduos da construção civil**: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis,
5. **resíduos dos serviços públicos de saneamento básico:** os lodos gerados nas estações de tratamento de água e esgoto e o material proveniente do desassoreamento de cursos d'água,
6. **resíduos especiais :** são aqueles que possuem características tóxicas, radioativas e contaminantes, e por conta dessas características merecem cuidados especiais em seu manuseio, acondicionamento, estocagem, transporte e disposição final. Dentro da classe de resíduos de fontes especiais merecem destaque os seguintes resíduos:

- pilhas e baterias;
- lâmpadas fluorescentes;
- óleos lubrificantes;
- pneus;
- embalagens de agrotóxicos;
- radioativo.

7. **Resíduos de responsabilidade do gerador**

a) Resíduos de serviços de transportes: resíduos gerados em terminais, dentro dos navios, aviões e veículos de transporte, tendo sua origem no consumo realizado pelos passageiros.

b) Resíduos agrossilvopastoris: gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades.

c) Resíduos de mineração: os gerados nas atividades de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

A responsabilidade pelo sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos do município de Resplendor é da Prefeitura Municipal, por meio da Secretaria de Obras e da Secretaria de Meio Ambiente.

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

5.1.2.1. Resíduos sólidos urbanos

5.1.2.1.1. Resíduos domiciliares e comerciais

Acondicionamento

O acondicionamento dos resíduos domiciliares não segue um padrão determinado pela prefeitura, os moradores depositam os resíduos em sacolas plásticas em frente às residências.

Os resíduos recicláveis, por sua vez, são dispostos em caçambas que são espalhadas em pontos específicos da cidade para a entrega voluntária de recicláveis, principalmente pelo comércio.

Coleta

A coleta de resíduos sólidos urbanos é realizada de segunda a sábado no centro e no bairro São Vicente, por um caminhão compactador. Na sexta-feira, o mesmo realiza coleta no distrito de Independência e na localidade de Horácio, além do centro e bairro citado.

Um caminhão basculante (Figura 139) realiza a coleta regular de segunda à sexta-feira na zona Norte e bairros Antônio de Matos e Nossa Senhora de Fátima, com uma média de duas viagens por dia.

Figura 139 - Caminhão basculante da coleta regular

Fonte: SHS (2015)

Outro caminhão basculante realiza as coletas na zona Sul de segunda à sexta-feira. Nas segundas, quartas, quintas e sábados, além da zona Sul são coletados os resíduos urbanos da rua do Cemitério e bairro São Sebastião (Caixa d'água). Apenas às terças-feiras a coleta abrange as Áreas Altas, e o distrito de Calixto é atendido apenas às terças e sextas-feiras.

A coleta seletiva, por sua vez, ocorre duas vezes por semana, na zona norte e zona sul da cidade. Para esse serviço o município dispõe de veículo próprio, sendo necessárias seis viagens diárias em cada localidade.

A ASCAURES - Associação dos Catadores de Lixo Unidos de Resplendor, funciona em um galpão localizado à rua Jacob Schwenck, 1110 / Bairro: Antônio de Mattos. Este galpão foi doado pelo Usina Hidroelétrica de Aimorés para a Prefeitura Municipal que o cedeu para a ASCAURES. Nele há um escritório, banheiros e uma pequena cozinha para servir aos catadores. No galpão é feita a separação e o processamento (limpeza, prensagem e enfardamento) dos resíduos coletados na área urbana de Resplendor, sempre às segundas e quintas-feiras.

Para coletar e transportar os materiais até o galpão da Associação, a prefeitura cedeu à associação um caminhão de carroceria simples.

A ASCAURES é composta atualmente por seis catadores associados. Conta com duas prensas mecânicas, uma balança, dois carrinhos do tipo empilhadeira.

Com o apoio da Prefeitura Municipal a ASCAURES, através de seus associados, participou do *Curso CATAFORTE*, patrocinado pelo Banco do Brasil, durante seis meses (seis módulos), em Governador Valadares e João Molevade, criado para a capacitação de catadores na formação de associações e cooperativas.

Transporte

A Prefeitura Municipal dispõe de quatro veículos para a realização da coleta regular de resíduos sólidos urbanos, sendo um caminhão compactador, dois basculantes para a coleta regular e um veículo próprio para a coleta seletiva.

Os caminhões realizam apenas uma viagem, com exceção de segunda-feira, quando são necessárias duas viagens.

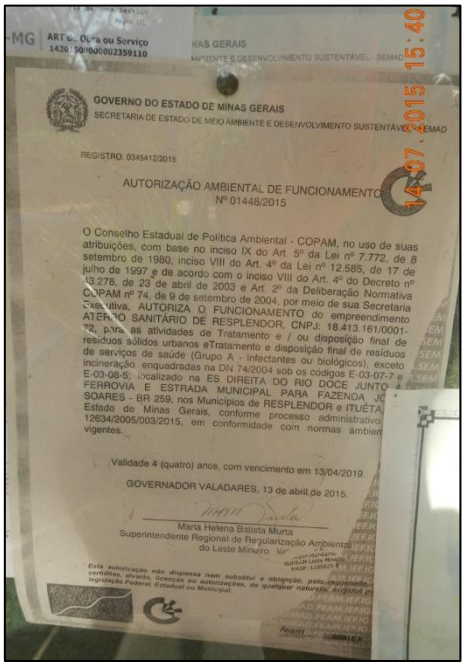
Transbordo

O município não utiliza estação de transbordo para resíduos domiciliares e comerciais.

Tratamento e destinação final

Os resíduos coletados através da coleta regular são destinados ao Aterro Compartilhado Itueta Resplendor (ACIR). Esse empreendimento é localizado na estrada direita do Rio Doce, junto à ferrovia e estrada municipal para Fazenda José Soares, nº 259 e está devidamente regularizado por meio da Autorização Ambiental de Funcionamento nº 01448/2015 (Figura 140), datada de 13/04/2015.

Figura 140 - Licença ambiental de funcionamento do ACIR



Fonte: Prefeitura Municipal de Resplendor (2015)

Com uma área de 30ha, o aterro sanitário conta com instalações dos serviços públicos tais como rede elétrica, de água e esgoto. Possui elementos de proteção ambiental, como sistema de impermeabilização de base e laterais; sistema de recobrimento diário e cobertura final; sistema de coleta e drenagem de líquidos percolados; sistema de coleta e tratamento de gases; sistema de drenagem superficial; sistema de tratamento de líquidos percolados e sistema de monitoramento (Figura 141, Figura 142 e Figura 143).

Figura 141 - Placa de identificação do Aterro Sanitário de Resplendor

Fonte: Prefeitura Municipal de Resplendor (2015)

Figura 142 - Área de pesagem dos caminhões de coleta

Fonte: Prefeitura Municipal de Resplendor (2015)

Figura 143 - Área de aterramento de resíduos sólidos do aterro sanitário de Resplendor

Fonte: Prefeitura Municipal de Resplendor (2015)

5.1.2.1.2. Resíduos de limpeza urbana

Acondicionamento

Como os resíduos de limpeza urbana são difíceis de serem armazenados em sacolas plásticas ou caixas, estes são acumulados nas vias públicas até que sejam coletados.

Coleta

Na sede do município, a varrição de logradouros públicos ocorre de segunda-feira a sábado. São 33 funcionários atuando nessa frente. A média diária de logradouros varridos por funcionário é de 1,2 km. O setor dispõe de 33 vassouras, 3 rastelos e 15 carrinhos de mão. Os funcionários não utilizam EPI's. Além da varrição manual, ocorrem podas e capinas sempre que necessário, assim como a limpeza de

bueiros e galerias e recolhimento de animais mortos em áreas públicas. Também são realizados serviços de jardinagem e paisagismo em áreas específicas do centro da cidade.

Na organização da limpeza urbana municipal não há uma diferenciação dos serviços de varrição e serviços especiais como limpeza de logradouros de feiras, mercados e espaços públicos. Assim, os funcionários responsáveis pela varrição destes locais são os mesmos alocados nos demais serviços de limpeza urbana. Vale ressaltar que quando o evento é privado o responsável pela limpeza é o próprio organizador.

O município cobra taxa de limpeza pública junto ao IPTU.

Transporte

Os resíduos de limpeza pública são transportados juntamente com os resíduos sólidos domiciliares**.**

Transbordo

O município não utiliza estações de transbordo para os resíduos de limpeza urbana.

Tratamento e destinação final

Os resíduos de varrição são dispostos no aterro sanitário de Resplendor. Os restos de podas e capinas são levados à área de transbordo de resíduos não contaminante, cerca de 5km de distância. Os animais mortos são aterrados em vala específica do aterro sanitário.

5.1.2.2. Resíduos de responsabilidade do gerador

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, estão sujeitos à elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) os geradores de: resíduos dos serviços públicos de saneamento básico; resíduos industriais; resíduos de serviços de saúde; resíduos de mineração; resíduos perigosos; e aqueles que não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal. Também devem elaborar o PGRS as empresas de construção civil, os responsáveis pelos terminais rodoviários e outras instalações relacionadas a transportes e os responsáveis por atividades agrossilvopastoris se exigido pelos órgãos competentes. Entretanto, não se

pode exigir o atendimento a essas disposições legais sem o devido cadastramento desses geradores, além da fiscalização e monitoramento dos mesmos

5.1.2.2.1. Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico

Acondicionamento, Coleta, Transporte, Transbordo e Tratamento

Não há UTR (Unidade de Tratamento dos Resíduos) na ETA, sendo que os resíduos advindos da lavagem dos filtros e limpeza de decantador são dispostos na rede pluvial da estação.

Os lodos das duas ETEs presentes no município, também não recebem nenhum tipo de tratamento, aqueles que são produzidos são encaminhados para a disposição final.

Ambos os procedimentos não estão em conformidade com a legislação ambiental.

Destinação final

A destinação do lodo da ETA é o encaminhamento para corpo d'água e o lodo das ETE´s para o aterro sanitário de Resplendor.

5.1.2.2.2. Resíduos sólidos industriais

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

No Cadastro Industrial de Minas Gerais (CIEMG/FIEMG, 2016) foram encontradas três empresas de pequeno porte e uma de grande porte no município Resplendor, como explicitado na Tabela 14

Tabela 14 - Indústrias cadastradas em Resplendor

Quantidade	Atividades principais da empresa	Porte
1	Fabricação de produtos alimentícios	Grande
1	Fabricação de bebidas (água)	Pequena
1	Fabricação de produtos alimentícios	Pequena
1	Extração de minerais não metálicos (brita)	Pequena

Fonte: CIEMG/FIEMG, 2016

As indústrias não se reportam à Prefeitura Municipal sobre a natureza de seus resíduos.

5.1.2.2.3. Resíduos dos serviços de saúde

Acondicionamento

Os resíduos dos serviços de saúde gerados nos estabelecimentos públicos de saúde são acondicionados em conformidade com a NBR 12809/93 da ABNT.

Coleta

Os resíduos sólidos dos serviços de saúde, gerados por nove Unidades Básicas de Saúde e um hospital, são coletados pela própria prefeitura municipal. Este serviço é realizado sempre que necessário.

Transporte

O transporte dos resíduos de Serviço de Saúde é realizado através de uma Kombi e um funcionário.

Transbordo

O município de Resplendor não conta com estações de transbordo para os resíduos dos serviços de saúde.

Tratamento

Não é realizado nenhum tipo de tratamento para os resíduos dos serviços de saúde.

Disposição final

Os resíduos de serviços de saúde coletados são dispostos no aterro sanitário de Resplendor.

5.1.2.2.4. Resíduos sólidos da construção civil

Acondicionamento

Os resíduos da construção civil são gerados pela Prefeitura Municipal e por empresas particulares. A Prefeitura Municipal dispõe de três caçambas e um funcionário para a realização desse serviço.

Coleta

Não há um programa de coleta dos resíduos da construção civil, uma vez que é papel do munícipe depositar este tipo de resíduos nas caçambas disponibilizadas pela prefeitura. Quando há a necessidade a própria prefeitura retira as caçambas e encaminha a destinação final.

Transporte

O transporte é realizado pela Prefeitura Municipal.

Transbordo

A prefeitura não possui estação de transbordo para Resíduos da Construção Civil.

Tratamento

Não há nenhum tipo de tratamento dos resíduos de construção civil.

Disposição final

Existe no município uma área para disposição de resíduos da construção civil, localizada a cerca de 5km do centro da cidade, em área particular, alugada pela Prefeitura Municipal com esta finalidade.

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 transportes

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 / Disposição final

Apesar da presença de uma empresa de pequeno porte com atividade de mineração registrada no município, atuando na extração de brita, a empresa não se reporta diretamente à Prefeitura Municipal sobre a gestão de seus resíduos.

5.1.2.3. Resíduos 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

A área do antigo lixão, desativado em 2009, possui aproximadamente 10.000m^2, fica próxima à ferrovia, à margem direita do Rio Doce e distante 3 Km do centro. Esta área está inserida em Área de Preservação Permanente (APP) do Rio Doce.

Em 2009 foi contratado o Projeto de Remediação do Antigo Lixão de Resplendor. A área encontra-se recuperada atualmente.

5.1.4. Geração de resíduos

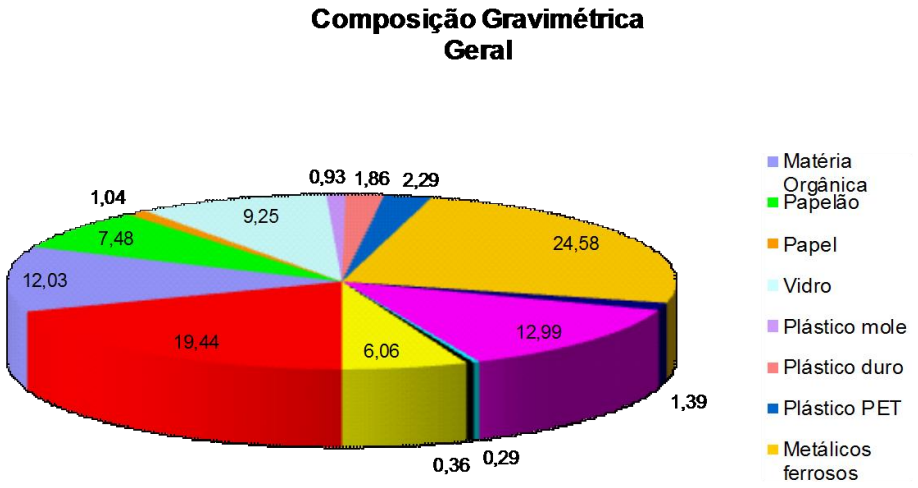
5.1.4.1. Resíduos sólidos urbanos

A média de resíduos coletados através da coleta regular e dispostos no aterro sanitário é de 10 toneladas ao dia, ou seja, 240 toneladas ao mês.

No âmbito do Plano de Gestão Integrada para sistemas de limpeza, coleta e disposição final de resíduos sólidos urbanos, para os municípios localizados na área de influência do reservatório da Usina Hidrelétrica de Aimorés, foi realizado, em 2004, um estudo gravimétrico dos resíduos sólidos urbanos do município de Resplendor.

A Figura 144 mostra a composição da amostra de acordo com a tipologia.

Figura 144 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos do município de Resplendor



Fonte: Prefeitura Municipal de Resplendor (2004)

Verifica-se que apenas 12% corresponde à matéria orgânica. Ressalta-se que esta análise foi realizada em 2003, não dispondo o município, nesta ocasião, de um programa implantado de coleta seletiva.

Atualmente, através da cooperativa de coleta seletiva, 15 toneladas ao mês de materiais recicláveis são coletados. Isso corresponde a 6,8% do total de resíduos coletados no município.

Utilizando a 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 coletada de RSU per capita em relação à população urbana utilizada nesta projeção é de 0,81kg/hab.dia para municípios com até 30 mil habitantes, de acordo com MMA(2012). Assim, a Tabela 15 apresenta a estimativa da geração total de resíduos sólidos domiciliares em Resplendor.

Tabela 15 - Estimativa da geração de resíduos sólidos em Resplendor

Ano	População urbana (hab.)	População rural (hab.)	População total (hab.)	Quantidade de resíduos gerados (t/dia)	Quantidade de resíduos gerados (t/ano)
2015	12.722	4.772	17.494	14,2	5.172,1

Fonte: SHS (2015)

No município há estudo de gravimetria (Figura 144), porém poder-se-ia ainda 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 16.

Tabela 16 - 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 Resplendor-MG não condiz exatamente com a realidade, pois, segundo a FEAM (2012), municípios mineiros com menos de 20.000 habitantes produzem, em média, 67% de matéria orgânica, e a composição indica 12% para Resplendor.

Nesse sentido, estima-se a geração dos resíduos por tipo com base na estimativa da geração total de resíduos em Resplendor (Tabela 15) e na composição gravimétrica do PNRS (Tabela 16). A Tabela 17 exibe então esta estimativa.

Tabela 17 - Quantidades parciais estimadas dos resíduos gerados em Resplendor

Resíduos	Quantidade (t/dia)	Participação (%)
Material reciclável	3,13	**31,9**
Metais	0,28	2,9
Aço	0,23	2,3
Alumínio	0,06	0,6
Papel, papelão e tetrapak	1,28	13,1
Plástico total	1,32	13,5
Plástico filme	0,87	8,9
Plástico rígido	0,45	4,6
Vidro	0,24	2,4
Matéria orgânica	5,04	51,4
Outros	1,64	16,7
Total	**9,80**	**100**

Fonte: SHS (2015)

5.1.4.2. Resíduos sólidos industriais

Considerando que os resíduos industriais são coletados na coleta regular, não há quantificação específica para tal. O valor total coletado pela coleta regular já engloba este tipo de resíduo.

5.1.4.3. Resíduos sólidos dos serviços de saúde

São coletadas 0,63 toneladas ao mês de resíduos sólidos provenientes dos serviços de saúde.

5.1.4.4. Resíduos sólidos da construção civil

A média anual de geração de resíduos sólidos da construção civil no município de Resplendor é de 18 toneladas.

5.1.4.5. Resíduos de mineração

A indústria de mineração do município não se reporta à Prefeitura através do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) ou de qualquer outra forma quanto à geração de seus resíduos. Portanto, a Prefeitura Municipal não possui um monitoramento sobre a geração desses resíduos no município.

5.1.4.6. Resíduos especiais passíveis de logística reversa

A Prefeitura não mantém registro dos estabelecimentos que comercializam produtos que geram resíduos especiais. Não há um monitoramento sobre a geração média per capita de resíduos especiais gerados no município.

5.1.5. Soluções consorciadas

O aterro sanitário de Resplendor possui vida útil estimada até 2018. Porém, já está em fase de ampliação do empreendimento para prolongar essa vida útil.

A despesa com o aterro sanitário, em 2014, foi de R$ 260.784,98, sendo 30% deste valor correspondente às despesas do município de Itueta, que compartilha o empreendimento.

A solução atual é interessante para o município de Resplendor, porém soluções consorciadas com outros municípios da região também deverão ser discutidas, em função do esgotamento da vida útil do atual empreendimento e viabilidade financeira.

5.1.6. Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores

A utilização de indicadores para caracterizar os serviços e, consequentemente, 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 86 apresenta os indicadores de desempenho selecionados especificando o seu significado, indicando a fórmula utilizada e a periodicidade de cálculo desejável.

Quadro 86 - 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 = Quantidade de RSD / 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 (%) = (Nº de hab. da área atendida / População total do município) X 100 ICA (%) = (Nº de hab. da área atendida / População urbana do município) X 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 (%) = quantidade de recicláveis x 100/ quantidade total coletada	Semestral

Fonte: SHS (2015)

O Quadro 87 mostra os indicadores obtidos, a partir de dados disponíveis no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento nos anos de 2012 e 2014, sendo os dados deste último ano disponibilizados diretamente pela Prefeitura Municipal.

Quadro 87 - Indicadores do serviço de manejo de resíduos sólidos de Resplendor nos anos de 2012 e 2014

Massa coletada per capita em relação à população Urbana (kg/hab.dia)	
2012	2014
0,54	0,57
Taxa de cobertura da coleta regular em relação à população total (%)	
2012	2014
100	100
Taxa de cobertura da coleta regular em relação à população urbana (%)	
2012	2014
100	100
Taxa de recuperação de materiais recicláveis em relação à quantidade total de resíduos sólidos urbanos coletados (%)	
2012	2014
2,04	6,80
Massa recuperada per capita de materiais recicláveis em relação à população urbana (kg/hab.dia)	
2012	2014
0,001	0,002

Fonte: SNIS (2012) e Prefeitura Municipal de Resplendor (2015)

Verifica-se que o programa de coleta seletiva está evoluindo ao longo dos anos, reflexo direto da consolidação da cooperativa de reciclagem no município. Ações como esta devem ser incentivadas, visando o aumento da vida útil do aterro sanitário.

A verificação da evolução destes indicadores ao longo da vigência do plano será de fundamental importância. Com as implantação das ações propostas será possível verificar, a partir dos indicadores, melhorias consideráveis no sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos de Resplendor.

5.2. Projeções e estimativas de demandas do sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

5.2.1. Resíduos sólidos domiciliares

Utilizando a metodologia apresentada pelo Ministério do Meio Ambiente (2013), é possível prever o crescimento da demanda pelos serviços de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana a partir da projeção populacional, considerando a produção de resíduos urbanos *per capita* até o ano de 2036. A média da massa coletada 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 88 apresenta a projeção da massa coletada ano a ano para o horizonte de planejamento.

Quadro 88 - Projeção da geração de resíduos.

Ano	População urbana (hab.)	População rural (hab.)	População total (hab.)	Quantidade de resíduos gerados (t/dia)	Quantidade de resíduos gerados (t/ano)
2015	12.722	4.772	17.494	14,2	5.172,1
2016	12.648	4.851	17.499	14,2	5.173,6
2017	12.567	4.919	17.486	14,2	5.169,7
2018	12.499	5.011	17.510	14,2	5.176,8
2019	12.432	5.116	17.548	14,2	5.188,1
2020	12.382	5.195	17.577	14,2	5.196,6
2021	12.303	5.262	17.565	14,2	5.193,1
2022	12.237	5.335	17.572	14,2	5.195,2
2023	12.153	5.420	17.573	14,2	5.195,5
2024	12.055	5.510	17.565	14,2	5.193,1
2025	11.975	5.615	17.590	14,2	5.200,5
2026	11.896	5.717	17.613	14,3	5.207,3
2027	11.823	5.820	17.643	14,3	5.216,2
2028	11.737	5.910	17.647	14,3	5.217,3
2029	11.656	6.009	17.665	14,3	5.222,7
2030	11.582	6.102	17.684	14,3	5.228,3
2031	11.508	6.187	17.695	14,3	5.231,5
2032	11.433	6.308	17.741	14,4	5.245,1
2033	11.339	6.414	17.753	14,4	5.248,7
2034	11.258	6.523	17.781	14,4	5.257,0
2035	11.161	6.642	17.803	14,4	5.263,5
2036	11.068	6.760	17.828	14,4	5.270,8

Fonte: SHS (2015)

5.2.1.1. Resíduos recicláveis

Para a realização dos estudos de projeção de demanda dos serviços de manejo de resíduos sólidos passíveis de reciclagem foram utilizados valores médios da composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados a partir da composição gravimétrica realizada no município, conforme apresentado em 2002[2] no Diagnóstico Setorial de Resplendor, realizado pelo consórcio UHE Aimorés. O Quadro 89 apresenta a estimativa da dos resíduos urbanos gerados no município a partir da composição gravimétrica executada.

Quadro 89 - Estimativa da geração dos resíduos sólidos urbanos gerados a partir da composição gravimétrica realizada em Resplendor

Resíduos	Participação (%)	Estimativa (2016) (t/d)
Material reciclável	**48,8**	**6,93**
Papelão	7,5	1,06
Papel	1,0	0,15
Vidro	9,3	1,31
Plástico - Mole	0,9	0,13
- Duro	1,9	0,26
- PET	2,3	0,33
Metálicos - Ferrosos	24,6	3,49
- Alumínio	1,4	0,20
Mat. Orgânica	12,0	1,71
Folhagens	6,1	0,86
Madeira	13,0	1,84
Pano	0,3	0,04
Couro	0,4	0,05
Outros	19,4	2,76
Total	**100**	**14,2**

Fonte: PMGIRS Resplendor (2002)

Para a projeção da redução de resíduos enviados à disposição final em aterro sanitário devido ao reaproveitamento de resíduos secos recicláveis, foi considerado o valor de 48,8% e uma meta de reciclagem destes de 70% a ser alcançada em 2036. Assim, o Quadro 90 apresenta o cenário projetado para a redução (incidente sobre os parâmetros atuais de disposição) dos resíduos a serem dispostos no aterro

[2] 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

considerando somente o reaproveitamento dos resíduos secos passíveis de reciclagem.

Quadro 90 - Metas para redução de resíduos secos recicláveis enviados à disposição final

Ano	Quantidade de resíduos gerados (t/ano)	Quantidade de resíduos recicláveis secos gerados (t/ano)	Percentual de aproveitamento dos resíduos recicláveis secos (%)	Quantidade de resíduos recicláveis secos aproveitados (t/ano)	Quantidade de resíduos enviados ao aterro (t/ano)
2015	5.172	2.524	7	172	5.000
2016	5.174	2.525	10	247	4.926
2017	5.170	2.523	13	323	4.847
2018	5.177	2.526	16	399	4.778
2019	5.188	2.532	19	476	4.712
2020	5.197	2.536	22	553	4.644
2021	5.193	2.534	25	628	4.565
2022	5.195	2.535	28	705	4.490
2023	5.195	2.535	31	781	4.415
2024	5.193	2.534	34	857	4.337
2025	5.200	2.538	37	934	4.267
2026	5.207	2.541	40	1.011	4.196
2027	5.216	2.545	43	1.089	4.127
2028	5.217	2.546	46	1.166	4.051
2029	5.223	2.549	49	1.244	3.979
2030	5.228	2.551	52	1.322	3.907
2031	5.232	2.553	55	1.399	3.832
2032	5.245	2.560	58	1.479	3.766
2033	5.249	2.561	61	1.557	3.691
2034	5.257	2.565	64	1.637	3.620
2035	5.263	2.569	67	1.716	3.548
2036	5.271	2.572	70	1.795	3.475

Fonte: SHS (2015)

5.2.1.2. 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 89, a matéria orgânica possui uma contribuição de 12% 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 de Resplendor 12% e uma meta de reciclagem destes de 60% a ser alcançada em 2036. Assim, o Quadro 91 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 91 - Metas para redução de resíduos orgânicos enviados à disposição final

Ano	Quantidade de resíduos gerados (t/ano)	Quantidade de resíduos orgânicos gerados (t/ano)	Percentual de aproveitamento dos resíduos orgânicos recicláveis (%)	Quantidade de resíduos orgânicos aproveitados (t/ano)	Quantidade de resíduos enviados ao aterro (t/ano)
2015	5.172	621	0	0	5.172
2016	5.174	621	3	18	5.156
2017	5.170	620	6	35	5.134
2018	5.177	621	9	53	5.124
2019	5.188	623	11	71	5.117
2020	5.197	624	14	89	5.108
2021	5.193	623	17	107	5.086
2022	5.195	623	20	125	5.070
2023	5.195	623	23	143	5.053
2024	5.193	623	26	160	5.033
2025	5.200	624	29	178	5.022
2026	5.207	625	31	196	5.011
2027	5.216	626	34	215	5.002
2028	5.217	626	37	233	4.985
2029	5.223	627	40	251	4.972
2030	5.228	627	43	269	4.959
2031	5.231	628	46	287	4.945
2032	5.245	629	49	306	4.939
2033	5.249	630	51	324	4.925
2034	5.257	631	54	342	4.914
2035	5.263	632	57	361	4.903
2036	5.271	633	60	380	4.891

Fonte: SHS (2015)

5.2.1.3. Rejeitos

Os rejeitos podem ser definidos como resíduos sólidos que não podem ser aproveitados, cuja disposição final ambientalmente adequada é feita 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 92 apresenta o cenário projetado para Resplendor em relação aos rejeitos, considerando o cumprimento das metas estabelecidas para reaproveitamento dos resíduos recicláveis secos e orgânicos.

Quadro 92 - Cenário projetado para os rejeitos enviados à disposição final

Ano	Quantidade de resíduos gerados (t/ano)	Quantidade de resíduos recicláveis secos aproveitados (t/ano)	Quantidade de resíduos orgânicos aproveitados (t/ano)	Quantidade de resíduos enviados ao aterro (t/ano)	Porcentagem de resíduos aproveitados não enviados à disposição final (%)
2015	5.172	172	0	5.000	3
2016	5.174	247	18	4.908	5
2017	5.170	323	35	4.811	7
2018	5.177	399	53	4.724	9
2019	5.188	476	71	4.641	11
2020	5.197	553	89	4.555	12
2021	5.193	628	107	4.458	14
2022	5.195	705	125	4.366	16
2023	5.195	781	143	4.272	18
2024	5.193	857	160	4.176	20
2025	5.200	934	178	4.088	21
2026	5.207	1.011	196	4.000	23
2027	5.216	1.089	215	3.912	25
2028	5.217	1.166	233	3.819	27
2029	5.223	1.244	251	3.728	29
2030	5.228	1.322	269	3.638	30
2031	5.231	1.399	287	3.546	32
2032	5.245	1.479	306	3.460	34
2033	5.249	1.557	324	3.367	36
2034	5.257	1.637	342	3.278	38
2035	5.263	1.716	361	3.187	39
2036	5.271	1.795	380	3.096	41

Fonte: SHS (2015)

Como apontado pelos dados apresentados no Quadro 92, a demanda pela disposição final em aterros sanitários é significativamente reduzida quando se procede com a reciclagem de ao menos parte dos resíduos recicláveis secos e orgânicos. Isto aumenta a vida útil do aterro sanitário, bem como diminui os custos de disposição final dos rejeitos.

A projeção aponta que, sem considerar as metas de redução e reaproveitamento de resíduos recicláveis e orgânicos, a quantidade de resíduos aterrados aumentaria gradativamente ao longo dos anos, sendo, para o ano de 2036, 5.271t/ano. Este aumento reduziria progressivamente a vida útil do aterro sanitário e, da mesma forma, elevaria os custos de disposição final. No entanto, caso atingidas as metas de reciclagem dos resíduos recicláveis secos e orgânicos, haveria uma redução gradativa, porém expressiva da quantidade de resíduos aterrados, de até 41% para 2036, sendo enviado para disposição final apenas 3.096 t/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.

5.2.2. Limpeza de logradouro

O serviço de limpeza de logradouro é responsável pela varrição, capina, limpeza das praças e locais onde se realiza as feiras.

Este serviço objetiva evitar problemas sanitários como riscos de acidentes para pedestre, redução de vetores e alagamentos ocasionados pelo entupimento e bloqueio de sarjetas e bocas de lobo.

A varrição ou varredura é a principal atividade de limpeza de logradouros públicos, e tem como objetivo a limpeza de resíduos como areia, folhas carregadas pelo vento, papéis, pontas de cigarro, latas, garrafas, sacos plásticos e etc., cuja

composição varia em função da arborização existente, intensidade de trânsito de veículos, calçamento e estado de conservação do logradouro, uso dominante (residencial, comercial, etc.) e circulação de pedestres (IBAM, 2010)

O SNIS (2014) utiliza alguns indicadores relacionados a varreduras, um dos mais importantes é o indicador denominado IN048, que indica a extensão anual varrida per capita. A partir deste indicador é possível estimar a extensão varrida no município, se relacionarmos a projeção da população com o valor do indicador fornecido por SNIS, teremos então valores previsíveis para o indicador (IN048).

É importante ressaltar que este indicador não leva em consideração a equalização dos dados, ou seja, a extensão de sarjetas varridas é um somatório que não leva em consideração a região varrida nem a repetição das vias varridas, o que pode nos fornecer um resultado distorcido.

Outro importante indicador para limpeza de logradouros é o IN051, SNIS(2014), que nos fornece um valor de capinadores para cada mil habitantes da zona urbana, utilizando os dados no SNIS e quantidade de população IBGE, é possível estimar um total de capinadores no município.

Porém, provavelmente este município não apresentou dados suficientes para o SNIS, que por sua vez não apresenta dados em suas séries históricas de nenhum dos indicadores citados (IN048 e IN051).

Apesar dos indicadores não refletirem a realidade com perfeição, eles nos fornecem informações importantes a respeito da limpeza de logradouros municipal e sua gestão.

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 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 Resplendor foram consultadas as seguintes fontes:

- Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos da Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República (SEDU).
- Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas:
    - NBR 10157/87 - Aterros de resíduos perigosos - critérios para projeto, construção e operação – procedimento.
    - NBR 13896/97 - Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para Projeto, Implantação e Operação – procedimento.
- Lei Federal nº 12.305/10 e Decreto 7.404/10.
- Deliberação Normativa COPAM nº118, 27 de junho de 2008.
- Estudo de alternativas locacionais para Aterros Sanitários, (JARDIM, 1995).
- Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (IBAM-SEDU).
- Documento de orientação de Limpeza Pública – MINTER/CNDU/CETESB.
- Lei Federal nº 9.985/2.000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.
- Resolução n° 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 300 metros de qualquer coleção hídrica (DN COPAM 118/07).
- 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; DN COPAM 118/07).
- 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 (DN COPAM 118/07).
- 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.

A Figura 145 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 145 - Critérios a serem adotados para escolha da localização da área

Fonte: FEAM (2008)

O governo do Estado de Minas, a partir do Decreto nº 39.908, de 22 de setembro de 1998, implementou a Unidade de Conservação denominada Parque Estadual Sete Salões, nos municípios de Conselheiro Pena, Itueta, **Resplendor** e Santa Rita do Itueto, subordinado ao Instituto Estadual de Florestas - IEF.

Considerando a necessidade de regulamentar os procedimentos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental que afetem as Unidades de Conservação específicas ou suas zonas de amortecimento, o CONAMA, através da Resolução n° 428/2010, estabelece em seu art. 1º 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.

O decreto estadual de criação do Parque Estadual Sete Salões não define qual é a zona de amortecimento, para estes casos, o §2º do art. 1º da Resolução CONAMA N° 428/2010 define como necessários os licenciamentos de qualquer empreendimento impactantes instalados dentro de uma faixa de 3 mil metros a partir do limite da UC e a prévia autorização dos órgãos executores do SNUC.

O decreto nº 21.724/81, que regulamenta os parques estaduais, define em seu Art.10, a reserva de uma área circunvizinha ao parque de raio aproximado de 5000m, sujeitas a fiscalização e regulação do IEF.

Para facilitar o processo e levando em consideração o fato que o Parque está em um terreno montanhoso, foi excluído a faixa de 3mil metros do entorno da UC como provável para instalação de um aterro sanitário.

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

Para a quantificação da área necessária ao empreendimento utilizou-se a metodologia proposta no Manual do IBAM – SEDU, explicada no Quadro 93, além de dados projecionais utilizados para estimar a área. Os parâmetros utilizados foram:

- Nº de habitantes do município estimado para 2036: 17.828 habitantes.

- Produção de resíduos estimada para todo o município, incluindo zona rural em 2036: cerca de 14 toneladas/dia.

Quadro 93 - 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 (SEADE, 2013)	x 560	Área necessária (m²)
14,4		**8064**

Fonte: IBAM – SEDU

Conforme apresentado no Quadro 93, para o montante de resíduos gerados em Resplendor será necessária uma área de aproximadamente 9968m² 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. Outro fator limitante é o acesso aos possíveis locais para instalação do aterro, seguindo os critérios adotados, deu-se preferência, durante a escolha, à locais próximos à malha viária. O terceiro fator limitante é a existência da Parque Estadual Sete Salões.

Feitas tais considerações, a presente análise, que deve ser considerada apenas preliminarmente[3], resultou na sugestão de cinco áreas, segundo suas coordenadas *24K UTM*, cujas localizações são mostradas na Figura 146 e na Figura 147.

***Área 1**: 267660mE; 7867897mS*

***Área 2**: 264368mE; 7874776mS;*

***Área 3**: 272809mE; 7867598mS;*

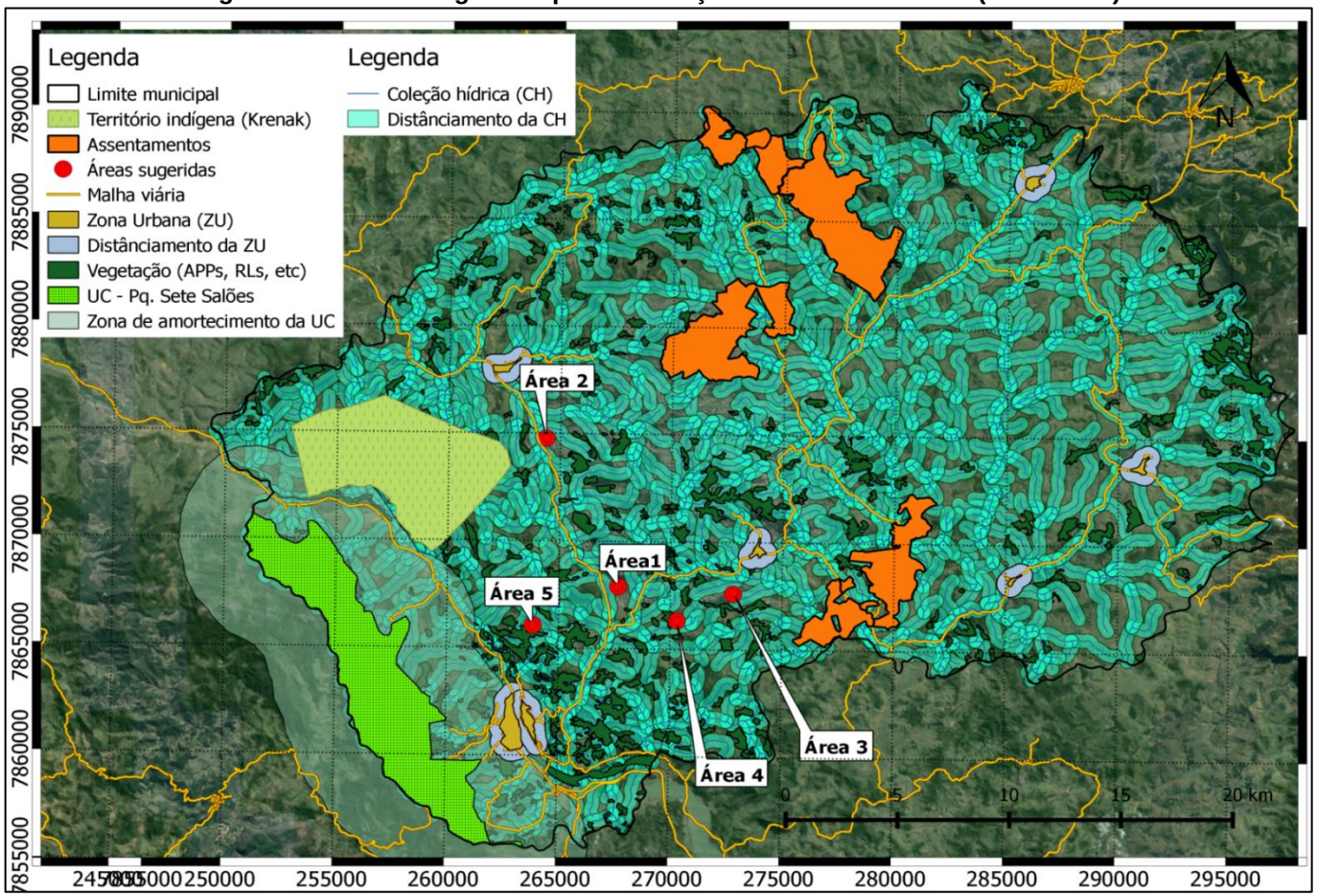
***Área 4**: 270300mE; 7866326mS;*

***Área 5**: 263850mE; 7866061mS.*

A Figura 146 evidencia que a sugestão das áreas foi feita respeitando-se as normas citadas anteriormente, onde se pode perceber a intensa malha hídrica existente no município, bem como o Parque Estadual e seus respectivos distanciamentos necessários. A Figura 147 facilita a visualização dos locais das áreas sugeridas, uma vez que é apresentada com menos elementos interferindo visualmente.

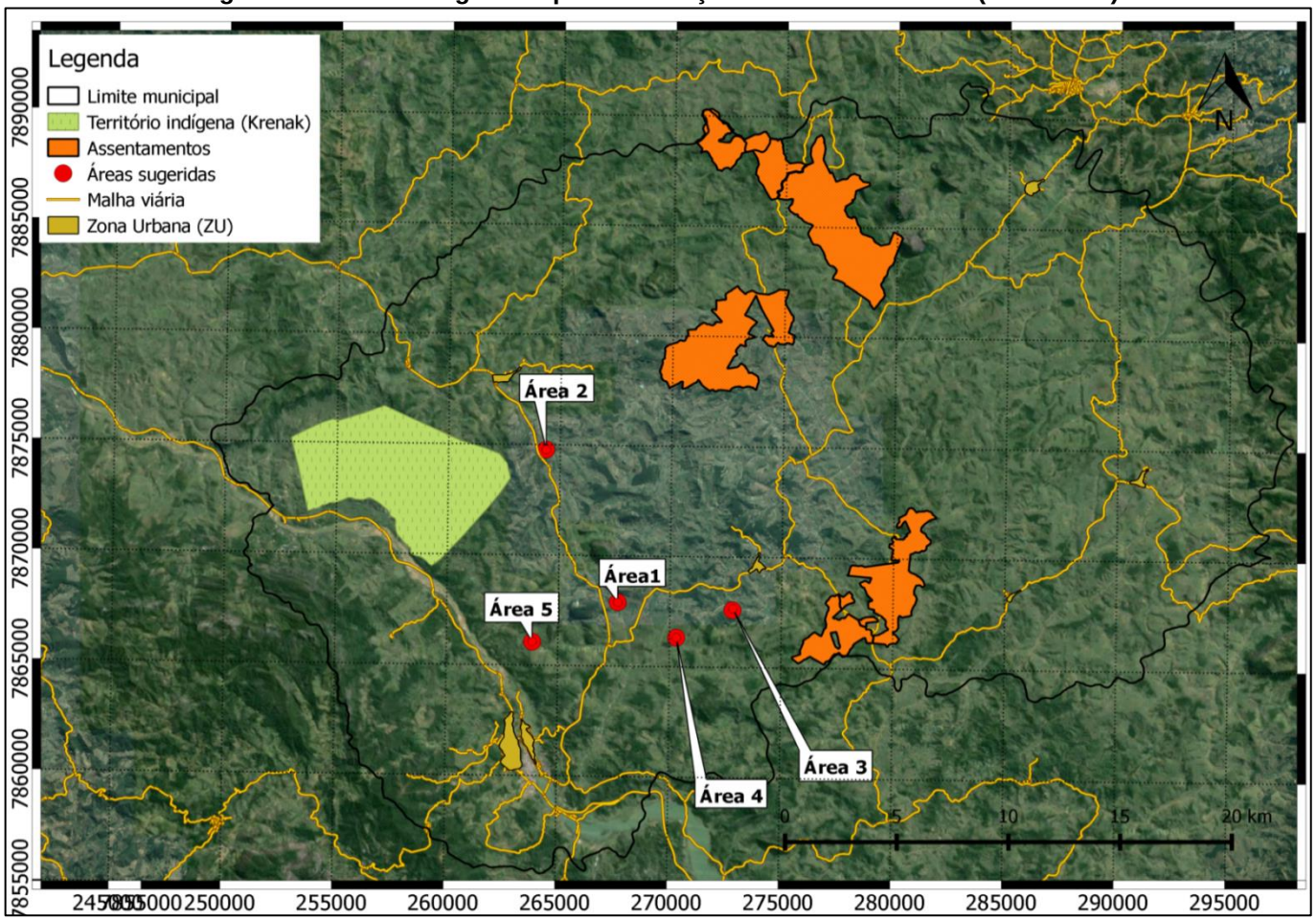
[3] É preciso considerar uma série de estudos necessários para escolha final do local adequado, como análises geotécnicas definidas por normas técnicas, bem como estudos definidos pela DN COPAM 118/2008.

Figura 146 - Áreas sugeridas para instalação do aterro sanitário (com APPs)



Fonte: Google Earth©, SHS (2015)

Figura 147 - 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, faz-se muito importante o gerenciamento adequado deste tipo de resíduo, de forma a evitar os impactos ambientais e socioeconômicos causados pela disposição inadequada desses em vias públicas, terrenos baldios e até mesmo aterros sanitários.

Neste contexto, a reciclagem dos RCD se apresenta não apenas como uma forma de reduzir os impactos ambientais causados pela disposição incorreta desses, mas também como uma maneira de reduzir a quantidade de resíduos enviados para os aterros de inertes e reaproveitar materiais que ainda possam ser utilizados na construção civil, reduzindo a demanda por matéria prima vinda de fontes tradicionais.

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 por uma classificação segundo seu potencial de reuso e reciclagem, até a destinação adequada para cada classe (MIRANDA et al, 2009).

Segundo a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição (ABRECON, 2015), há cerca de 310 usinas de reciclagem de RCD instaladas no país, sendo a maior parte delas concentrada no estado de São Paulo e em municípios de médio a grande porte. Das 105 usinas que participaram da pesquisa setorial da ABRECON, apenas 3% se localizam no estado de Minas Gerais – ainda que este seja o estado com maior número de municípios no país – e somente 6% estão em municípios com população inferior a 50 mil habitantes – ainda que estes sejam maioria no Brasil.

Segundo Jadovski (2006), a capacidade de produção mínima de uma usina de reciclagem de RCD a fim de se obter viabilidade econômica é de 30t/h. Considerando que a usina funcionaria durante 8h/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 t/ano de agregados reciclados de RCD. Considerando que cerca de 91% em massa do RCD produzido em um município é Classe A (ANGULO et al, 2011), 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 t/ano. Considerando a massa específica do RCD como 1.200kg/m³ (ABRECON, 2015), isto representaria um volume de resíduos de 55.000m³/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 Resplendor, foram estimadas as quantidades deste tipo de resíduo potencialmente geradas nos próximos anos a partir das projeções populacionais realizadas para os anos de 2015 a 2036. Para tal, usualmente considera-se uma geração média de 500kg/hab.ano baseada na pesquisa de Pinto (1999). Porém, como este valor foi estimado considerando municípios de médio a grande porte, nesta análise, foi adotada o valor médio de 367kg/hab.ano estimado por método semelhante por Angulo *et al* (2011) para um município de 36.300 hab. do noroeste do estado de São Paulo, realidade esta que pode ser considerada mais semelhante à de Resplendor. No Quadro 94, estão apresentados os resultados desta projeção.

Quadro 94 - Projeção de geração de RCD de Resplendor

Ano	Quantidade de RCD gerados		
	t/ano	m³/ano	m³/mês
2015	6.420,3	5.350,2	445,9
2016	6.422,1	5.351,8	446,0
2017	6.417,4	5.347,8	445,7
2018	6.426,2	5.355,1	446,3
2019	6.440,1	5.366,8	447,2
2020	6.450,8	5.375,6	448,0
2021	6.446,4	5.372,0	447,7
2022	6.448,9	5.374,1	447,8
2023	6.449,3	5.374,4	447,9
2024	6.446,4	5.372,0	447,7
2025	6.455,5	5.379,6	448,3
2026	6.464,0	5.386,6	448,9
2027	6.475,0	5.395,8	449,7
2028	6.476,4	5.397,0	449,8

Ano	Quantidade de RCD gerados		
	t/ano	m³/ano	m³/mês
2029	6.483,1	5.402,5	450,2
2030	6.490,0	5.408,4	450,7
2031	6.494,1	5.411,7	451,0
2032	6.510,9	5.425,8	452,1
2033	6.515,4	5.429,5	452,5
2034	6.525,6	5.438,0	453,2
2035	6.533,7	5.444,8	453,7
2036	6.542,9	5.452,4	454,4

Fonte: SHS (2015)

Como é possível notar no Quadro 94, a geração de RCD estimada para o município em 2036 de 6.543 t/ano é significativamente reduzida quando comparada à massa de 66.000 t/ano processada por usina com a capacidade mínima para ser considerada economicamente viável. De fato, apenas 6% das usinas que responderam à pesquisa setorial da ABRECON (2015) estão em municípios com menos de 50 mil habitantes, o que indica essa tendência de inviabilidade de implantação de usinas de RCD para municípios de pequeno porte.

Ainda segundo a ABRECON (2015), o baixo valor cobrado e a dificuldade de venda do agregado reciclado de RCD são os principais problemas que comprometem a viabilidade econômica das usinas de reciclagem deste tipo de resíduo. Por outro lado, há algumas formas de se tornar a reciclagem de RCD mais viável economicamente, tais como:

- Investir em usinas móveis, que, diferentemente das usinas fixas, podem ser transportadas até os locais das obras e exigem menos mão de obra (ABRECON, 2015);
- Realizar, no mesmo estabelecimento, outras atividades econômicas complementares à reciclagem dos RCD, de maneira a reduzir custos com a implantação e a operação da usina ou ainda de forma que outras atividades mais lucrativas subsidiem à reciclagem de RCD;
- Investir em soluções consorciadas com outros municípios.

Vale salientar que, considerando apenas o número de habitantes dos municípios da região de Resplendor, mesmo soluções consorciadas dificilmente seriam viáveis economicamente. Considerando a geração mínima de 66.000 t/ano de RCD e a média

de 367 kg/hab.ano, esta usina teria que atender a, pelo menos, 179.837 habitantes para atingir a viabilidade econômica.

5.4.1. Critérios para escolha da área para projeto e implantação de aterro de resíduos da construção civil e de resíduos inertes

Os critérios para projeto e implantação de um aterro para resíduos classe II (classificação segundo NBR 10.004/2004), são orientados pela Resolução CONAMA nº 307/02, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

Complementada pela Resolução CONAMA nº 488/12, a Resolução nº307/02, classifica os resíduos da construção civil (RCC) em quatro classes (Art. 3):

> **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;
> **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 e 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, dispõe que seja providenciada, anteriormente a um aterro resíduos da construção civil e de resíduos inertes, a instalação de área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ATT), o que obriga os gestores *a definir as localidades do aterro de RCC e da ATT, podendo esta última ser próxima, em conjunto ou distante do aterro.*

Após definido o valor da área necessária para o aterro, será então preciso seguir alguns critérios para o projeto e implantação do mesmo.

Todos os critérios considerados são definidos pelas leis e normas técnicas listadas abaixo:

- Resolução CONAMA Nº 307, de 5 de julho de 2002, alterada pelas Resoluções nº 448/12, 431/11 e 348/04 - Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
- Lei Estadual 18.031, de 12 de janeiro de 2009 – dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos.
- NBR 10.004/2004 – Resíduos Sólidos – Classificação
- NBR 8.419/1992 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos
- NBR 15.113/2004 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação.
- NBR 13896/97 - Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação.

Vale dar destaque para a Resolução CONAMA Nº 307 de 5 de julho de 2002, alterada pelas Resoluções nº 448/12, 431/11 e 348/04 que define como critérios básicos para escolha da área para instalação:

> "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"

Destaque também para a NBR 13896/97, que define os critérios para o projeto e implantação:

- Critérios para localização:
  - Um local para ser utilizado para aterros de resíduos não perigosos 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.

Para a avaliação da adequabilidade de um local aos critérios descritos acima, diversas considerações técnicas devem ser feitas:

a) Topografia- característica de fator determinante na escolha do método construtivo e nas obras de terraplanagem para construção e instalação. Recomendam-se 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 à inundação, considerando-se 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 predominância no subsolo de material com coeficiente de permeabilidade inferior a $5x10^{-5}$ cm/s;
d) os aterros só podem ser construídos em áreas de uso conforme legislação local de uso do solo.

Já a escolha da área para instalação de uma ATT, definida pela NBR 15112/04, é meramente econômica e estratégica, já que é uma área de simples triagem e movimentação de massas.

5.5. Objetivos, metas, ações e estimativa de custos

Para o sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos foram propostos sete objetivos específicos, de acordo com seus aspectos e com as características de Resplendor 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 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 95 são apresentadas as metas para cada objetivo proposto, de forma sistematizada, além dos prazos para que cada meta seja atingida.

Quadro 95 - 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 70% do município.	Médio
	1.3. Estruturar o sistema de compostagem para reaproveitamento da matéria orgânica, atendendo a 100% da zona urbana.	Médio
	1.4. Criar mecanismos para manutenção preventiva e corretiva e para armazenamento e recuperação de dados sobre os procedimentos realizados.	Médio
	1.5. Atender com coleta convencional a 100% dos domicílios da zona rural de forma ininterrupta.	Longo
	1.6. 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.	
	5.3. Regulamentar o sistema 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.	Imediato
	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 96 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$ 13.700.000,00** (treze milhões e setecentos mil reais).

Quadro 96 - 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 (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 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 N° profissionais treinados: 6 N° hora de treinamento: 8 Frequência de treinamento:1/ano
4.1.2.05	**Ação 5:** Ampliar a coleta seletiva, incluindo toda a área urbana e áreas rurais, levantando a quantidade desses materiais coletados.	X	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:** Implantar postos de entrega voluntária de materiais recicláveis, com recipientes acondicionadores, em locais estratégicos e prédios públicos.	X	X	X		20.000,00	***C=n° mínimo estimado de pontos x custo unitário de caçamba estacionária*** Fonte: Suprema, 2016 ref:R$ 1500,00
4.1.3.07	**Ação 7:** Elaborar projeto de unidade de triagem e sistema de compostagem, com estudo para levantar o local mais apropriado para instalação.	X	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 (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.1.3.08	**Ação 8:** Desenvolver trabalhos de conscientização com a população sobre a importância da compostagem, instruindo, por meio de cartilhas e cursos, como deve ocorrer a separação e acondicionamento do material orgânico.	X	X	X		50.000,00	**C=número de eventos X preço das conveniências** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R$ 27,00/pessoa N° de eventos:4 eventos/ano N° médio de participantes:40 pessoas
4.1.3.09	**Ação 9:** 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		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:340 horas
4.1.3.10	**Ação 10:** 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
4.1.4.11	**Ação 11:** Implementar ações preventivas e corretivas, incluindo programa de monitoramento.	X	X	X			
4.1.5.12	**Ação 12:** Instalar *containers* 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
4.1.5.13	**Ação 13:** 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
4.1.5.14	**Ação 14:** 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

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.1.6.15	**Ação 15:** Implementar mecanismos para criação de fontes de negócio, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos.	X	X	X	X	45.000,00	***C= valor homem-hora (analista econômico-sênior)* x horas trabalhadas + valor homem-hora (Engenheiro Junior)**x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R$ 227,44, **R$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:*130 horas; **120 horas
4.1.6.16	**Ação 16:** 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
4.1.6.17	**Ação 17:** 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
4.1.6.18	**Ação 18:** Atualizar cadastro para controle de depósitos, aparistas e sucateiros.	X	X	X	X	100.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:40 horas/ano
4.2.1.19	**Ação 19:** 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
4.2.2.20	**Ação 20:** Implantar programa de sensibilização e conscientização da população quanto à limpeza das vias urbanas, com o objetivo de reduzir problemas de obstrução da rede de drenagem em função do acúmulo de lixo nesses sistemas.	X	X	X		40.000,00	***C=número de eventos x preço das conveniências*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R$ 27,00/pessoa N° de eventos:4 eventos/ano N° médio de participantes:30 pessoas

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.2.2.21	**Ação 21:** Ampliar serviços de capina, roçagem e raspagem, de forma a atender todo o município e considerar o incremento necessário com a expansão urbana e criação de novas áreas verdes.	X	X			1.600.000,00	***C= valor homem-hora (Jardineiro)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Insumos Sabesp, 2015, ref: R$ 5,44
4.2.2.22	**Ação 22:** Adquirir cestos para o acondicionamento dos resíduos, destinados ao uso dos pedestres.		X			15.000,00	***C=n° mínimo estimado de pontos x custo unitário de coletores de lixo*** Fonte: Suprema, 2016 ref:R$ 200,00
4.2.2.23	**Ação 23:** 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		60.000,00	***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 N° hora de horas de dedicação do técnico: 50horas/ano Frequência de treinamento:1/ano
4.2.3.24	**Ação 24:** 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
4.3.1.25	**Ação 25:** 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 N° de eventos:2/ano N° médio de participantes:120 pessoas
4.3.1.26	**Ação 26:** 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

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.3.2.27	**Ação 27:** Implementar um programa para a participação dos grupos interessados, em especial de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis.	X	X	X		*	
4.3.3.28	**Ação 28:** Operar o sistema de metas progressivas de redução da disposição final de massa de lixo em aterro sanitário.	X	X	X	X	20.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:165 horas
4.4.1.29	**Ação 29:** Implantar sistema de cadastro de grandes geradores.	X				20.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:165 horas
4.4.1.30	**Ação 30:** 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				*	
4.4.2.31	**Ação 31:** 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
4.4.2.32	**Ação 32:** 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)
4.4.3.33	**Ação 33:** Realizar estudos qualitativos e quantitativos referentes aos resíduos dos serviços de saúde.	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

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.4.3.34	**Ação 34:** Implementar o tratamento e a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos de serviços de saúde, analisando a possibilidade de contratação de empresa terceirizada para o manejo desses resíduos.	X	X			40.000,00	O preço médio foi estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, empresas de engenharia etc)
4.4.3.35	**Ação 35:** Assegurar que os resíduos do serviço de saúde recebam destinação final adequada de forma ininterrupta.	X	X	X	X	1.300.000,00	***C= estimativa mínima de produção x custo unitário de coleta e tratamento*** Ref: R$ 500/t
4.4.4.36	**Ação 36:** 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
4.4.4.37	**Ação 37:** 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
4.4.4.38	**Ação 38:** 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
4.4.4.39	**Ação 39:** 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

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.4.5.40	**Ação 40:** Contratar empresa para elaborar o Plano Municipal Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (RCC) de acordo com a Resolução CONAMA n° 307/2002.	X	X	X		350.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
4.4.5.41	**Ação 41:** Identificar e encerrar pontos de acúmulo de RCC.	X	X	X		160.000,00	O preço médio foi estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, empresas de engenharia etc)
4.4.6.42	**Ação 42:** Incluir no programa de educação ambiental a divulgação da localização do ponto de coleta de embalagens de defensivos agrícolas, para envolver os pequenos produtores rurais e de serviços de transporte.	X	X	X		20.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas + valor homem-hora (Técnico)* *x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 122,04, R$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação:*80 horas; **140 horas
4.4.6.43	**Ação 43:** 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
4.4.6.44	**Ação 44:** 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)
4.4.7.45	**Ação 45:** 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
4.4.7.46	**Ação 46:** Definir critérios para cobrança de serviços de coleta e tratamento de resíduos diferenciados.	X	X	X	X	*	

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.4.8.47	**Ação 47:** Efetuar um levantamento das zonas de geração de resíduos (zonas residenciais, comerciais, setores de concentração de lixo público, área de lazer etc.), com respectivas densidades populacionais, tipificação urbanística (informações sobre avenidas, ruas, tipos de pavimentação, extensão, declividade, sentidos e intensidade de tráfego, áreas de difícil acesso etc.).	X	X	X	X	30.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Sênior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 235,64 Quantidade mínima de horas de dedicação:150 horas
4.4.8.48	**Ação 48:** 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
4.4.8.49	**Ação 49:** 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	*	
4.4.8.50	**Ação 50:** 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
4.4.8.51	**Ação 51:** Atualizar mapa da rota de movimentação de RSU otimizada.	X	X	X	X	*	
4.4.8.52	**Ação 52:** Realizar anualmente o planejamento das receitas e das despesas do setor de resíduos sólidos, especificando os gastos por atividade.	X	X	X	X	R$ 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
4.5.1.53	**Ação 53:** Criar lei que estabeleça a Política Municipal de Resíduos Sólidos.	X				*	

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.5.1.54	**Ação 54:** Criar regulamentação para posturas relativas às matérias de higiene, limpeza, segurança e outros procedimentos públicos relacionados aos resíduos sólidos, bem como os relativos à sua segregação, acondicionamento, disposição para coleta, transporte e destinação, disciplinando aspectos da responsabilidade compartilhada e dos sistemas de logística reversa.	X				20.000,00	***C= valor homem-hora (advogado sênior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 212,74 Quantidade mínima de horas de dedicação:95 horas
4.5.1.55	**Ação 55:** 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
4.5.1.56	**Ação 56:** 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:95horas
4.5.1.57	**Ação 57:** 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
4.5.1.58	**Ação 58:** 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
4.5.2.59	**Ação 59:** Avaliar a legislação municipal existente, com o propósito de identificar lacunas ainda não regulamentadas, inconsistências internas e outras complementações necessárias.	X				*	
4.5.2.60	**Ação 60:** Revisar e atualizar as leis promulgadas frente à PNRS.	X				*	

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.5.3.61	**Ação 61:** Realizar os estudos técnicos necessários para adequação e regulamentação do sistema de coleta seletiva em termos operacionais.	X				35.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Sênior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 235,64 Quantidade mínima de horas de dedicação:95 horas
4.5.3.62	**Ação 62:** 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
4.5.4.63	**Ação 63:** Criar legislação e regulamento que definam o conceito de grande e pequeno gerador de RCC e de resíduos volumosos, articulando a autorização de construção/reforma da Prefeitura Municipal com o cadastro dos geradores, estabelecendo procedimentos para exercício das responsabilidades de ambos e criando mecanismos para erradicar a disposição irregular de RCC e de resíduos volumosos, como por exemplo, a aplicação de multas.	X				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
4.5.5.64	**Ação 64:** 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
4.5.5.65	**Ação 65:** 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
4.5.6.66	**Ação 66:** 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

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.5.7.67	**Ação 67:** Melhorar a eficiência do sistema de manutenção e limpeza de lotes particulares, através da criação de lei ou decreto específico regulamentando o sistema de execução dos serviços, bem como advertências e cobranças de valores /multas a serem aplicados ao proprietário dos lotes particulares.	X				20.000,00	***C= valor homem-hora (advogado sênior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 212,74 Quantidade mínima de horas de dedicação:95 horas
4.5.8.68	**Ação 68:** 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
4.5.8.69	**Ação 69:** 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
4.5.8.70	**Ação 70:** Regulamentar tarifações a serem cobradas pela prefeitura, caso ela assuma a recepção dos resíduos passíveis de logística reversa.		X			*	
4.5.9.71	**Ação 71:** Incluir entre as atribuições dos fiscais municipais o controle do cumprimento das leis previstas neste PMSB.		X			*	
4.6.1.72	**Ação 72:** 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)
4.6.2.73	**Ação 73:** 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				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

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.6.2.74	**Ação 74:** Realizar estudos técnicos para levantamento dos processos que serão implementados e que necessitarão de licenciamento e certificados ambientais.	X				40.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:330horas
4.6.2.75	**Ação 75:** Realizar o licenciamento ambiental das áreas onde serão implantadas as unidades do sistema de gestão dos resíduos sólidos.		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:340 horas
4.6.3.76	**Ação 76:** Verificar os prazos de validade e promover estudos complementares para manutenção das licenças e certificados ambientais.	X	X	X	X	*	
4.7.1.77	**Ação 77:** Elaborar para o Programa Municipal de Educação Ambiental, informações específicas para o eixo de Resíduos Sólidos.	X				30.000,00	***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:70 horas
4.7.1.78	**Ação 78:** Elaborar e implementar calendário de eventos de cunho ambiental com foco no eixo de Resíduos Sólidos.	X				*	
4.7.1.79	**Ação 79:** Integrar programas de educação ambiental ao componente curricular, com apoio da Secretaria de Educação.	X				*	
4.7.1.80	**Ação 80:** 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	*	
4.7.1.81	**Ação 81:** Realizar treinamento com os catadores, para que os mesmos possam atuar como agentes multiplicadores das boas práticas ambientais.	X	X	X	X	60.000,00	***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:40 horas/ano

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.7.1.82	**Ação 82:** Realizar, quadrienalmente, avaliação do Programa de Educação Ambiental.	X	X	X	X	20.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:160 horas
4.7.2.83	**Ação 83:** Instituir um programa permanente para a conscientização da população, exclusivamente sobre os 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:160 horas
4.7.2.84	**Ação 84:** Instruir a população, por meio da realização de cursos de capacitação, sobre a utilização dos serviços disponibilizados sobre resíduos.	X	X	X	X	80.000,00	***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: 35 pessoas
4.7.2.85	**Ação 85:** Promover a realização de reuniões e seminários para o esclarecimento quanto à destinação final dos resíduos sólidos do município.	X	X	X	X	70.000,00	***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/amo N° médio de participantes:30 pessoas
4.7.3.86	**Ação 86:** 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	50.000,00	***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:20 horas/ano
4.7.3.87	**Ação 87:** 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

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.7.4.88	**Ação 88:** Sistematizar as informações existentes relacionadas ao manejo de resíduos sólidos em banco de dados e levantar dados e informações que se fizerem necessários.	X	X	X	X	20.000,00	***C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas + homem-hora (administrador de banco de dados)** x horas trabalhadas*** *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R$ 122,04; **R$ 174,61 Quantidade mínima de horas de dedicação: *80 horas**60 horas
4.7.4.89	**Ação 89:** Disponibilizar anualmente o banco de dados à população, como em web sites e sites oficiais para resíduos.	X	X	X	X	20.000,00	***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: *80 horas**60 horas
4.7.4.90	**Ação 90:** Contratar equipe responsável para manutenção do site e das informações a serem disponibilizadas.	X	X	X	X	70.000,00	***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 horas
4.7.4.91	**Ação 91:** 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	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:2/ano N° médio de participantes:40 pessoas

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (de 4 a 8 anos)	MÉDIO (de 9 a 12 anos)	LONGO (de 13 a 20 anos)	Custo Estimado (R$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.7.5.92	**Ação 92:** Criar serviço de atendimento aos usuários, com procedimentos que viabilizem o acompanhamento das ações em relação às reclamações realizadas, atendendo às demandas de maneira rápida e eficiente.	X				150.000,00	***C=homem-hora (analista de suporte técnico sênior)* + homem-hora (secretária plena nível superior)**x horas trabalhadas*** Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R$ 150,79; **R$ 80,87 Quantidade mínima de horas de dedicação:*280 horas/ano; **200 horas/ano
4.7.5.93	**Ação 93:** Realizar periodicamente pesquisas de percepção e satisfação com a população para obter *feedbacks* dos serviços prestados, de maneira a verificar os pontos passíveis de melhorias.	X	X	X	X	160.000,00	***C=SM*x n° entrevistadores x 20 anos*** *SM: valor do salário mínimo nacional vigente pago uma vez ao ano N° de entrevistadores:10 pessoas

(s/o/m/a) = nº do setor / nº do objetivo / nº da meta / nº da ação. **R$ 13.700.000,00**

*:Dependente de outras ações que possuem custos próprios estimados

5.6. Detalhamento de ações

5.6.1. Mecanismos para criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos

O município de Resplendor 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 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 biossólidos como fertilizantes e condicionadores de solos”, a valorização da matéria orgânica do esgoto – proveniente de ETEs - pode se dar através da incorporação de biossólidos 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 municipal[4]

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.

[4] 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 Resplendor 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 Resplendor produz cerca de 10,3 t/dia de resíduos sólidos na zona urbana e 3,9 t/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 Resplendor, 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 68,6m³ de recicláveis secos na zona urbana e 25,8m³ na zona rural, o que significaria transportar respectivamente 480,3m³ e 180,4m³ 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 18 catadores fazendo

rodízio, considerando dividir a zona urbana em 5 setores (18 catadores/setor/dia).

- No caso dos catadores organizados em associações e cooperativas, é necessário saber como funcionam essas organizações, quantos catadores trabalham na coleta e quantos na triagem, qual a capacidade de processamento de material, qual a renda obtida mensalmente, de quais equipamentos dispõem para coleta e para processamento dos recicláveis, quem são os principais compradores, em que condições são comercializados os resíduos (se soltos ou prensados, com que padrão, com que grau de separação), qual a estrutura administrativa e qual apoio recebem.

A implantação da coleta seletiva no âmbito do município deverá ser orientada por um Programa de Coleta Seletiva, que pode comportar três subprojetos: um Projeto de Coleta e Triagem de Materiais Recicláveis, um Projeto de Inclusão dos Catadores e um Projeto de Mobilização Social e Educação Ambiental. Esses três projetos são intrinsecamente dependentes.

As ações do Programa de Coleta Seletiva também exigem forte interação da equipe do município e uma série de ações operacionais. São elas: estruturação das cidades em setores de coleta seletiva a partir dos mapas e cadastros de geradores; planejamento da logística de transporte com soluções para a coleta porta a porta e para o transporte dos resíduos das áreas de acumulação temporária até os galpões de triagem; instalação de uma unidade de acumulação temporária e de área para triagem de forma a permitir o processamento dos materiais e seu escoamento; organização de grupos locais de coleta e apoio aos grupos de catadores organizados para a gestão do negócio, auxiliando sua capacitação para melhoria dos resultados na valorização dos resíduos; mobilização social e educação da população em torno do conceito da redução dos resíduos a serem aterrados e do aproveitamento dos resíduos sólidos; e planejamento do envolvimento da população, domicílio por domicílio, com os grupos locais de coleta e agentes de saúde.

5.6.2.2.1. Projeto de Coleta e Triagem de Materiais Recicláveis

O Projeto de Coleta e Triagem de Materiais Recicláveis se encarregará da elaboração da setorização e do traçado dos roteiros de coleta, do estudo da logística de transporte e da frota, do estudo e definição da localização das unidades de recepção provisória dos resíduos e dos galpões de triagem, do seu dimensionamento, do estudo da operação interna e dos fluxos de materiais nos galpões, da escolha de equipamentos de coleta e processamento dos materiais e da proposição de rotinas operacionais na coleta e na triagem. São três as ações principais:

a) *Setorização do município para a coleta*

A setorização da coleta deverá ser estruturada para atingir o maior número de habitantes. Como o município possui um número relevante de habitantes na zona rural (27,3%), a estruturação deverá ocorrer em duas zonas, na zona rural e na zona urbana.

Na zona urbana, a estruturação dos setores é mais fácil devido à densidade, e deve ser feita pensando na coleta porta a porta, com postos de acumulação temporária que devem ser instalados para permitir a coleta num raio de 1,5 km.

Na zona rural, devido à dificuldade de acesso, a coleta deve ser quinzenal ou mensal e para facilitar a implantação devem ser instalados pontos de entregas voluntárias (PEVs) em locais específicos e onde a população possa eventualmente acessar, como igrejas e capelas. Exemplo disso é o caso do município de Rolândia no PR, que tem um perfil rural, e que para implementar a coleta na zona rural instalou PEVs em nove capelas do município.

b) *Planejamento da logística de transporte*

Para o planejamento da logística de transporte é preciso estabelecer alguns parâmetros:

- A velocidade de coleta não varia com diferentes tipos de veículos, pois é dada pela velocidade de abordagem do catador em cada residência. Admite-se que, no modelo proposto para zona urbana, a velocidade média de coleta seja de 4 km/h e a velocidade de transporte dos caminhões que levam resíduos dos

pontos de acumulação temporária aos galpões de triagem deve ser considerada como de 40 km/h, em média.

- A capacidade de transporte varia segundo o tipo de veículo: moto com carreta ou carrinho elétrico, 4 m³; Kombi com gaiola, até 8 m³; e caminhão baú ou com gaiola, 32 m³. A escolha dos veículos a serem utilizados na etapa da coleta porta a porta depende das condições topográficas e da logística necessária.
- Segundo a meta estabelecida neste PMSB, a quantidade de material a ser reciclado 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, 36 operações de transbordo por semana na zona

urbana e 22 na zona rural. Caso optem pelo uso de um veículo maior (32m³), serão então necessárias 15 operações de transbordo por semana, sendo 9 na zona urbana e 6 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 3,2t/dia em 2036, o espaço adequado para triagem será de aproximadamente 970m².

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 3,2 toneladas

diárias (meta para 2036), portanto, recomenda-se ter 16 triadores. Cada enfardador pode processar cerca de 600 kg de material por dia, portanto serão necessários 6 enfardadores trabalhando diariamente ao atingir a meta em 2036.

5.6.2.3. Considerações finais do programa

Ao atingir a meta de fim de plano de 70% de redução dos resíduos secos recicláveis enviados para aterro em 2036, a quantidade de catadores envolvidos no programa de reciclagem do município de Resplendor será de aproximadamente 43 trabalhadores (16 triadores, 18 catadores, 6 enfardadores, 2 ajudantes para coletas nos PEVs da zona rural e mais 1 motorista). Além de representar renda para 43 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 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 aspetos 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

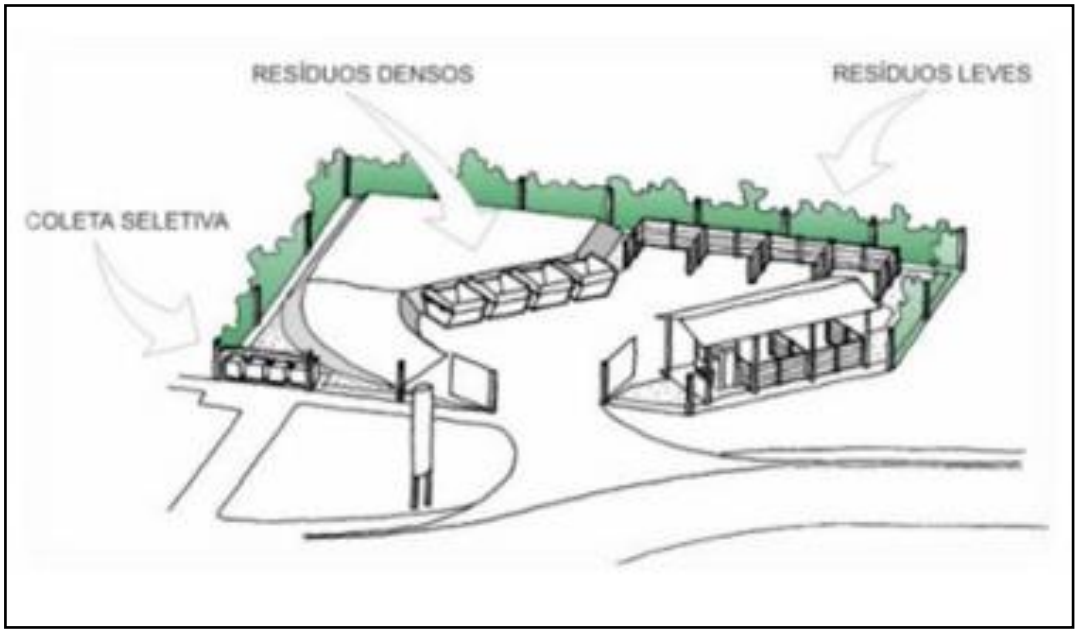
Para o bom funcionamento dos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos de Resplendor, ações preventivas e corretivas deverão ser implementadas visando o melhoramento contínuo e progressivo da gestão de resíduos sólidos e limpeza urbana. Essas ações são fundamentais, uma vez que têm o intuito de garantir maior segurança e continuidade operacional das questões ambientais e sanitárias, visando reduzir a vulnerabilidade do setor.

As ações preventivas têm como objetivo prevenir o aparecimento de falhas no setor, para que imprevistos não atrapalhem ou prejudiquem seu funcionamento. Já as ações corretivas são medidas tomadas para eliminar as consequências imediatas de não conformidades.

A criação/instalação de ecopontos pode se configurar uma ação preventiva para transformar o cenário da disposição irregular de entulhos em pontos viciados no município. São chamados de pontos viciados os locais que recebem comumente RCCs, resíduos de poda, resíduos de grande volume, entre outros objetos. Essa destinação é realizada por caçambeiros informais e pela população desinformada dos prejuízos que isso acarreta. Os ecopontos consistem em locais adequadamente estruturados para que os munícipes possam voluntariamente levar resíduos provenientes de construção civil, resíduos volumosos e possivelmente resíduos de poda e capina, evitando o despejo irregular desses materiais. Desta maneira, auxiliam com a recuperação de áreas já degradadas e favorecem no aspecto paisagístico do município.

Para a estruturação desses pontos, as diretrizes para o projeto, implantação e operação, devem estar em consonância com a NBR 15112 (ABNT, 2004), que estabelece normas e fixa requisitos para a criação de áreas de transbordo e triagem. A Figura 148 mostra o modelo da estrutura geral de um ecoponto.

Figura 148 - 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 priorizações 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 Resplendor, 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 (Tabela 18).

Tabela 18 - Ações de monitoramento

• Estabelecer padrões de desempenho que indiquem o progresso rumo aos objetivos de longo prazo;
• Monitorar a eficiência e eficácia dos projetos e metas pela coleta de dados de seu desempenho;
• Fornecer *feedback* à população, sobre o progresso e desempenho do plano;
• Identificar problemas através da comparação entre dados de desempenho e os padrões pré-estabelecidos; e
• Por último, executar ações corretivas.

Fonte: adaptado de Bateman (1998)

5.6.5. Programa de educação ambiental em resíduos sólidos

O programa de educação ambiental em resíduos sólidos está inserido no Programa de Educação em Saneamento Básico (PESB) que está sendo entregue ao município juntamente com este PMSB.

O PESB contém ações pedagógicas que foram formalizadas a partir do princípio dos 3Rs: a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos. O programa discorre sobre diversos temas como: compostagem, coleta seletiva, tipologia de resíduos e diferentes alternativas para disposição final ambientalmente adequada.

5.7. Ações para emergências e contingências

As ações para emergência e contingência têm como objetivo identificar as estruturas disponíveis e estabelecer as formas de atuação dos órgãos operadores, tanto em caráter preventivo como corretivo, procurando aumentar o grau de segurança e a continuidade operacional do sistema de resíduos sólidos.

Para que a operação e manutenção dos serviços ocorram a contento, deverão ser utilizados mecanismos locais e corporativos de gestão, com o intuito de prevenir ocorrências indesejadas por meio do controle e monitoramento das condições físicas das instalações e dos equipamentos, para minimizar a ocorrência de sinistros e interrupções na prestação dos serviços.

Em caso de ocorrências anormais, que excedam a capacidade de atendimento local, os órgãos operadores deverão dispor de todas as estruturas de apoio (mão de obra, materiais e equipamentos), de manutenção estratégica, das áreas de gestão operacional, de controle de qualidade, de suporte como comunicação, suprimentos e tecnologias de informação, dentre outras. A disponibilidade de tais estruturas resultará em maior segurança e continuidade operacional, sem comprometimento ou paralisações dos serviços.

As medidas de emergência e contingência foram propostas com o intuito de orientar a atuação dos setores responsáveis para controlar e solucionar os impactos causados por situações críticas não esperadas. Assim, a seguir são apresentadas algumas dessas ações a serem adotadas para os serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.

5.7.1. Operacional

- **Ocorrência de avarias ou falha mecânica nos veículos coletores:** acionar empresas previamente cadastradas para assumirem emergencialmente a coleta nos roteiros programados, dando continuidade aos trabalhos. **Responsável:** prestador dos serviços de Coleta de Resíduos Sólidos.

- **Ocorrência de avarias em equipamentos e veículos em unidades do sistema de manejo de resíduos sólidos (aterros, oficinas, galpões, usinas, etc.)**: contratar serviço especializado para realizar a manutenção dos equipamentos e acionar empresas previamente cadastradas para assumirem emergencialmente as funções comprometidas. **Responsável:** prestador responsável pela unidade do sistema de manejo de resíduos sólidos (aterros, oficinas, galpões, usinas, etc.).

- **Ocorrência de acidentes de trabalho por ocasião da coleta de resíduos sólidos**: iniciar primeiros socorros; comunicar aos socorristas; substituir função do operário lesionado à outro funcionário por período temporário. **Responsável:** prestador dos serviços de Coleta de Resíduos Sólidos.

- **Ocorrência de acidentes de trabalho em unidades do sistema de manejo de resíduos sólidos (aterros, oficinas, galpões, usinas, etc.)**: iniciar primeiros socorros; comunicar aos socorristas; substituir função do operário lesionado a outro funcionário por período temporário. **Responsável:** prestador responsável pela unidade do sistema de manejo de resíduos sólidos (aterros, oficinas, galpões, usinas, etc.).

- **Ocorrência de desestabilização ou rompimento de taludes no aterro sanitário:** retirar população das áreas de riscos, caso haja; conter o desmoronamento através de tecnologias de contenção de encostas; retirar material desmoronado com o objetivo de prevenir a intensificação do assoreamento a montante; iniciar a execução de obras de reconstrução das paredes ou obras de contenção de talude, tais como utilização de manta geotêxtil, revegetação ou outro procedimento. **Responsável:** prestador responsável pela operação do Aterro Sanitário.

- **Ocorrência de má operação do aterro no que se refere à compactação da massa de resíduos:** contratar máquinas e profissionais especializados para realizarem a compactação adequada. **Responsável:** prestador responsável pela operação do Aterro Sanitário.

5.7.2. Gestão e gerenciamento

- **Falta de financiamento para o sistema operacional e a realização de manutenções**: buscar fontes emergenciais alternativas de financiamento municipais para realização das manutenções. Em casos extremos, como em calamidades públicas, por exemplo, buscar recursos junto ao governo estadual e federal para gestão de emergência. **Responsável:** prestadores dos serviços manejo de resíduos sólidos e o Executivo Municipal.

- **Paralisação da coleta regular:** acionar empresas e veículos previamente cadastrados para assumirem emergencialmente a coleta nos roteiros programados, dando continuidade aos trabalhos; contratar empresa especializada em caráter de emergência. **Responsável:** prestador do serviço de coleta de resíduos sólidos e o Executivo Municipal.

- **Paralisação dos serviços de varrição e poda e capina:** mobilizar equipe de plantão e equipamentos; acionar Concessionária de Energia Elétrica, Corpo de Bombeiros e Defesa Civil; demandar equipe operacional da Divisão Institucional responsável para cobertura e continuidade do serviço. **Responsável:** prestador(es) do serviço de varrição, poda e capina.

- **Paralisação dos serviços de coleta seletiva de resíduos recicláveis:** acionar a Divisão Institucional responsável para providências, ou seja, reestabelecer a parceria com a associação responsável. **Responsável:** prestador(es) do serviço de Coleta Seletiva.

- **Paralisação dos serviços de coleta de resíduos perigosos e de serviços de saúde:** celebrar contrato emergencial com empresa especializada na coleta desses resíduos. **Responsável:** prestador(es) do serviço de coleta de resíduos perigosos.

5.7.3. Imprevisíveis

- **Ocorrência de incêndios em edificações do sistema de manejo de resíduos sólidos (oficinas, galpões, usinas, etc.)**: comunicar à população, instituições e autoridades e realizar evacuação total da área atingida. Após incêndio encerrado, isolar a área, avaliar estragos, elaborar plano de manutenção corretiva, fazer as ações necessárias para reestabelecer o sistema e reiniciar o atendimento

convencional. **Responsável:** prestador responsável pela unidade do sistema de manejo de resíduos sólidos (aterros, oficinas, galpões, usinas, etc.).

- **Ocorrência de danos às edificações do sistema de manejo de resíduos sólidos (oficinas, galpões, usinas, etc.) devido a desastres naturais**: comunicar à população, instituições e autoridades; isolar a área; realizar avaliação dos estragos; elaborar plano de manutenção corretiva; fazer as ações necessárias para reestabelecer o sistema e reiniciar o atendimento convencional. **Responsável:** prestador responsável pela unidade do sistema de manejo de resíduos sólidos (aterros, oficinas, galpões, usinas, etc.).

- **Ocorrência de incêndios, explosões ou vazamentos de lixiviado em aterros**: comunicar à população, instituições e autoridades; conter fluxo de possíveis vazamentos e isolar a área; realizar avaliação dos estragos; elaborar plano de manutenção corretiva; fazer as ações necessárias para reestabelecer o sistema e reiniciar o atendimento convencional. Os resíduos deverão ser transportados e dispostos temporariamente em aterros localizados em cidades vizinhas. **Responsável:** operador do aterro sanitário.

6. Audiência Pública

A Audiência Pública que culminou na aprovação social do Plano Municipal de Saneamento Básico de Resplendor foi realizada no dia 04 de agosto de 2016, às 18h, na Escola Conselheiro Lafaiete. O relatório fotográfico a seguir apresenta a lista de presença e alguns momentos registrados durante a realização do evento.

Figura 149 - Página 1 da lista de presença da Audiência Pública do PMSB de Resplendor

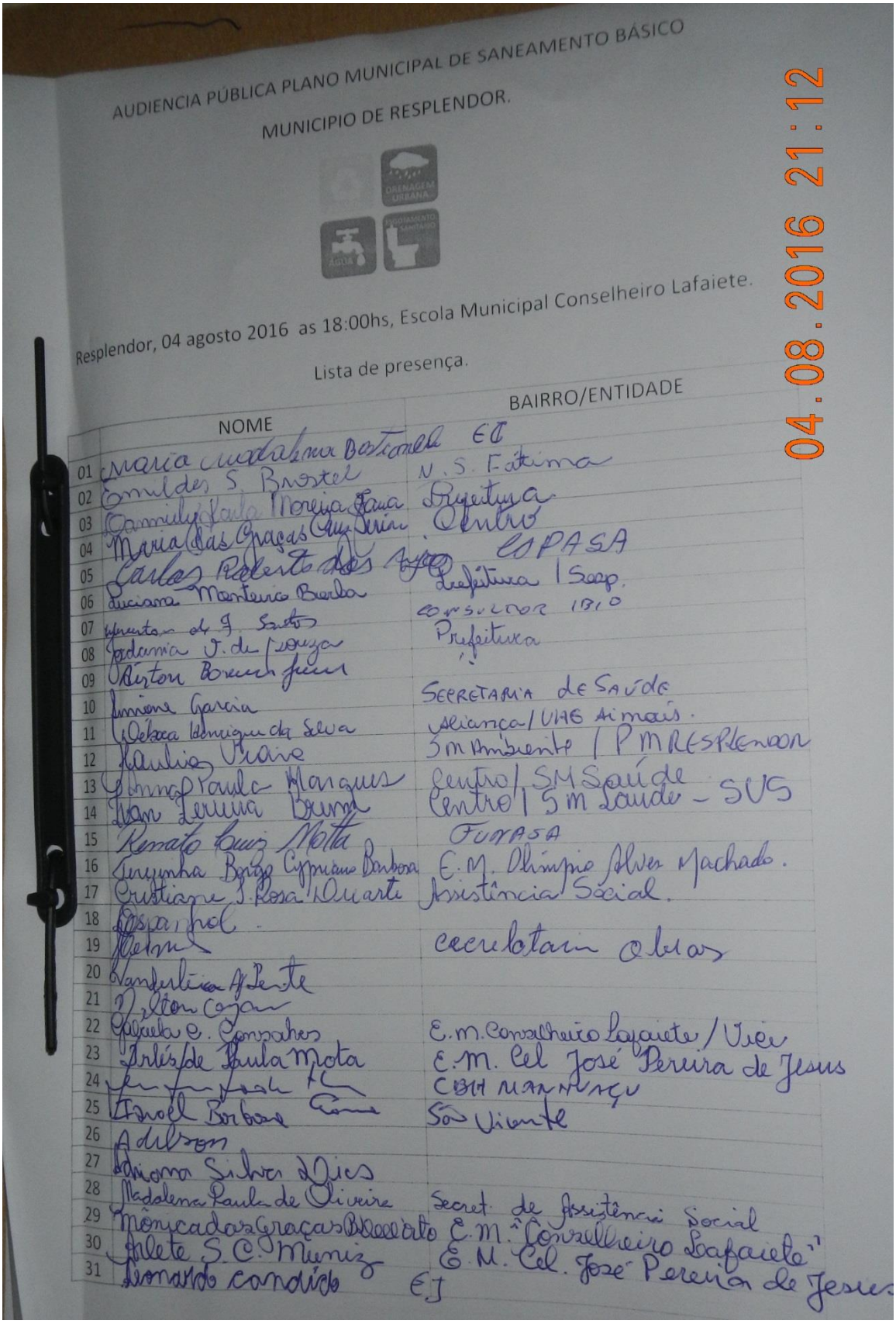


Figura 150 - Página 2 da lista de presença da Audiência Pública do PMSB de Resplendor

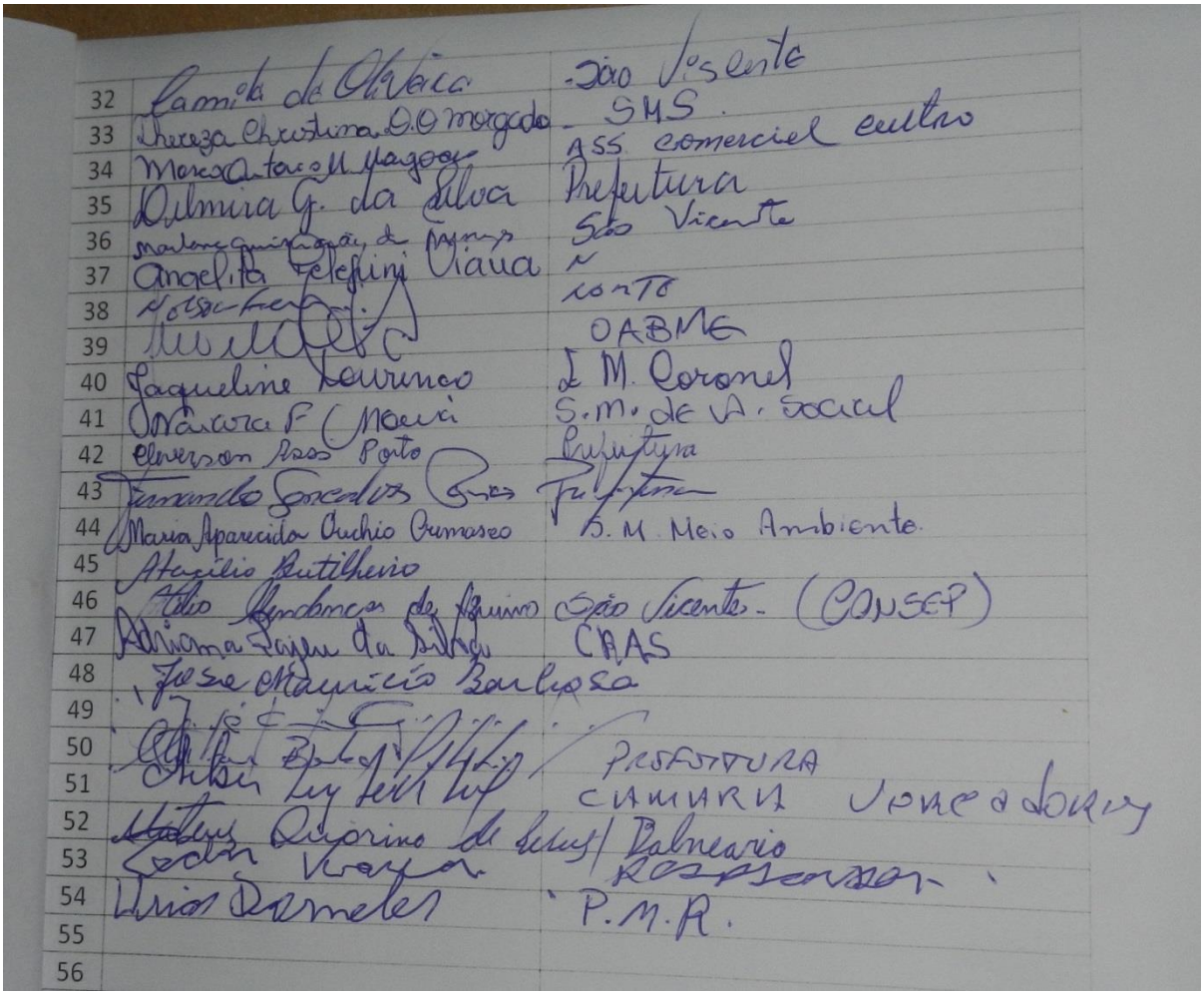


Figura 151 - Relatório fotográfico da Audiência Pública do PMSB de Resplendor

7. Minuta de Projeto de Lei

Para facilitar o processo de transformação do presente PMSB em Lei Municipal, a SHS – Engenharia Sustentável elaborou uma minuta de projeto de lei que está sendo entregue ao Município, através de Volume Complementar.

Solicita-se que o Departamento Jurídico da Prefeitura Municipal avalie essa minuta, fazendo as modificações desejadas para que possa submetê-la à Câmara de Vereadores para aprovação.

8. Considerações finais do PMSB

A Lei nº 11.445/07 (Lei do Saneamento) regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.217/10 institui como diretrizes para a prestação dos serviços públicos de saneamento básico o planejamento, a prestação de serviços com regras, a regulação, a regulamentação legal de posturas e procedimentos racionais visando o uso de equipamentos públicos e de recursos naturais pelos cidadãos, a sustentabilidade econômico-financeira dos sistemas, sempre que possível, mediante remuneração pela

cobrança da prestação dos serviços, entre outros rearranjos, e ainda assegura o controle social do Setor.

O PMSB ora entregue ao município de Resplendor é o principal instrumento a subsidiar o Executivo Municipal como titular dos serviços, na implementação de todos os procedimentos solicitados na Lei do Saneamento. Assim, em última instância, o atendimento ao presente plano representaria a instituição de uma Política Municipal de Saneamento Básico.

É natural que esta primeira versão do PMSB apresente um enfoque mais detalhado sobre as medidas que se prestem ao "entendimento dos problemas", como a execução de estudos e cadastros, projetos e planos setoriais, que servirão de suporte à posterior implementação de estruturas físicas e procedimentos "definitivos".

É importante ressaltar que os problemas relacionados ao saneamento básico não se resolvem, equacionam-se. Assim, conforme os gestores forem conhecendo as demandas do município podem planejar seu crescimento com maior controle e domínio, preparando cada setor para atender melhor à população atual e futura.

O PMSB foi configurado considerando um horizonte de planejamento de vinte anos, devendo ser revisto ao menos a cada quatro anos, sempre anteriormente à formalização do Plano Plurianual.

As ações previstas neste PMSB irão custar aos cofres públicos, dentro desse prazo mencionado, cifras estimadas na casa dos seis zeros. Os programas governamentais fomentadores de recursos foram criados a partir da consciência do Governo Federal sobre a situação de carência em recursos financeiros que acomete a maioria dos municípios brasileiros na hora de fazerem frente à sua demanda por saneamento básico.

A adequação dos serviços públicos de saneamento básico nos municípios brasileiros impõe-se como um importante desafio aos gestores públicos. Por serem serviços diretamente relacionados à saúde das pessoas e à salubridade ambiental, são considerados serviços de *natureza essencial* e, como tal, devem ser tratados legalmente como *Direito dos cidadãos e Dever do Estado*.

Para enfrentar os problemas vigentes e alcançar os objetivos estabelecidos neste PMSB, o administrador terá de lidar com esforços de cunho político e financeiro, na medida em que as ações requeridas exigem reformulações institucionais,

gerenciais, operacionais e cooperação efetiva entre as diversas instâncias públicas, e dessas, com a sociedade civil.

Ora, sabe-se que as administrações públicas brasileiras estão longe de terem suas secretarias, departamentos e divisões trabalhando integrada e articuladamente, compartilhando decisões e locando investimentos em prol do desenvolvimento geral do município. Antes, as diversas pastas do governo municipal competem por recursos despendendo grande energia tentando apropriar-se de melhores colocações no *ranking* de priorização dos investimentos municipais.

Assim, dadas essas questões, é esperado que haja dificuldades na construção de uma Política Municipal de Saneamento, porém isso não deve desestimular o gestor público ou fazê-lo desacreditar da viabilidade da empreitada. A seu favor, para mudar esse quadro, há todo um arcabouço legal e institucional 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, se 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

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 13896: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8418. Apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos - procedimento. Rio de Janeiro, 1983.

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.

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_Financeiro/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 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 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.

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 Manhuaçu - PARH Manhuaçu 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. 104p., 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.

CBH SUAÇUÍ GRANDE - MG, 2015. Disponível em: http://www.cbhsuacui.org. br/a-bacia.

CIDADES-BRASIL, 2015. Disponível em: http://www.cidade-brasil.com.br/ municipio-resplendor.html.

CLIMATE-DATA, 2015. Disponível em: http://pt.climate-data.org/search/?q= resplendor.

CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde, 2015. Disponível em: http://cnes.datasus.gov.br/.

COMITÊ PCJ – Câmara Técnica de Saneamento CT- SA, Modelos de Gestão de Serviços de Saneamento – Piracicaba, 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 348, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução CONAMA nº 307, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2010. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 307/2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 375 de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 005 de 1993. Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 283 de 2001. Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 313 de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 334 de 2003. Dispõe sobre os procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 358 de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.

COPASA. Companhia de Saneamento de Minas Gerais, 2015. Dados recolhidos em campo.

CORRÊA, R. S.; CORRÊA, A. S. Valoração de biossólidos 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. 3 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.

Hydrologic Effects on Urban Land Use. USGS circ. 554, 18p.

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 6 Manhuaçu – UGRH 7 Guandu – UGRH 9 São José. Ato Convocatório 19/2014.

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.

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. Resolução conjunta SEMAD-IGAM nº 1548, de 29 de março 2012. Dispõe sobre a vazão de referência para o cálculo da disponibilidade hídrica superficial nas bacias hidrográficas do Estado. Belo Horizonte: Diário do Executivo, 2012.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, Fundação Nacional de Saúde – FUNASA. Saneamento Rural. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/saneamento-rural/>. Acesso em: jan. 2016.

MINISTÉRIO DAS CIDADES; Ministério da Saúde. Guia para Elaboração de Planos Municipais de Saneamento. 152 p. Brasília (DF), 2011.

MINISTÉRIO DAS CIDADES; Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Plano Nacional de Saneamento Básico. 172 p. Brasília (DF), 2013.

MIRANDA, L.F.R.; ANGULO, S.C.; CARELI, E.D. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. Revista Ambiente Construído. Porto Alegre. v. 9, n. 1, p. 57-71, jan/mar 2009.MOTA, Suetônio. Urbanização e meio ambiente. Rio de Janeiro [RJ]: ABES, 1999.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Coleta seletiva com a inclusão dos catadores de materiais recicláveis. Comitê Interministerial para Inclusão Social e Econômica dos Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis – CIISC (2013).

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Elementos para a organização da coleta seletiva e projeto dos galpões de triagem (2008).

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Orientações para elaboração de Plano Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PSGIRS para municípios com população inferior a 20 mil habitantes. Brasília, 2013.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação. Brasília, 2012.

MOTA, S. Urbanização e Meio Ambiente. Rio de Janeiro, ABES, 1999.

ONOFRE, F.L. Estimativa da geração de resíduos domiciliares. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). UFPA, 2011.

PACUERA - Minuta Do Plano Ambiental De Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial da UHE Aimorés Junho/2007.

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.

PLANO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA OS MUNICÍPIOS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE AIMORÉS – MG. AHE Aimorés – Consórcio da Hidrelétrica de Aimorés. 2004.

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 RESPLENDOR, 2015. Dados recolhidos em campo no ano de 2015.

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.

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 - Relatórios de qualidade das águas fornecidas pela COPASA

Anexo 2 - Croquis dos sistemas de água da COPASA

Anexo 3 - Croqui do sistema esgotamento sanitário da COPASA