PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE

ITAVERAVA-MG

Ato Convocatório Nº 08/2016

Produto 4 – Prognóstico contemplando objetivos e metas por componente do saneamento e alternativas institucionais para a gestão dos serviços de saneamento básico no município

NOV/2017

Sumário

Lista de Figuras ..... **vii**

Lista de Quadros ..... **viii**

Lista de Tabelas ..... **xv**

Abreviaturas e Siglas ..... **xvii**

Glossário ..... **xviii**

Apresentação ..... **xxi**

Equipe Técnica ..... **xxii**

1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES **24**

2. PROJEÇÕES E ESTIMATIVAS DE DEMANDA DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO **26**

2.1. Sistema de Abastecimento de Água 26

2.1.1. Projeção das demandas do Sistema de Abastecimento de Água 26

2.1.2. Descrição dos principais mananciais e definição de alternativas técnicas de Engenharia para atendimento da demanda 36

2.1.2.1. Sede 36

2.1.2.2. Monsenhor Isidro 41

2.1.2.3. Áreas rurais 45

2.1.3. Eventos de emergência e contingência 48

2.1.3.1. Eventos operacionais 48

2.1.3.2. Eventos relacionados à gestão e ao gerenciamento 49

2.1.3.3. Eventos imprevisíveis 50

2.2. Sistema de Esgotamento Sanitário 51

2.2.1. Estimativa da demanda de esgotamento sanitário 51

2.2.2. Definição de alternativas técnicas de engenharia para o Serviço de Esgotamento Sanitário a partir das projeções 81

2.2.3. Metas de qualidade para os efluentes da ETE e para o corpo d'água 85

2.2.4. Eventos de Emergência e Contingência 90

2.2.4.1. Eventos operacionais 90

2.2.4.2. Eventos relacionados à gestão e ao gerenciamento 91

2.2.4.3. Eventos imprevisíveis 92

2.3. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais 92

2.3.1. Projeções e estimativas da ocupação urbana e seus impactos 92

2.3.2. Medidas de controle de erosão e assoreamento 99

2.3.3. Medidas para a redução da disposição de resíduos sólidos nos corpos d'água 103

2.3.4. Diretrizes para o controle do escoamento superficial 106

2.3.5. Diretrizes para o tratamento dos fundos de vale 109

2.3.6. Eventos de Emergência e Contingência 113

2.3.6.1. Eventos operacionais 113

2.3.6.2. Eventos relacionados à gestão e ao gerenciamento 114

2.3.6.3. Eventos imprevisíveis 114

2.4. Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos 114

2.4.1. Projeções e estimativa de demanda do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos 114

2.4.1.1. Resíduos sólidos domiciliares 114

2.4.1.2. Resíduos recicláveis 115

2.4.1.3. Resíduos orgânicos 117

2.4.1.4. Rejeitos 118

2.4.2. Cálculo dos custos da prestação dos serviços 120

2.4.2.1. Panorama do setor 120
2.4.2.2. Princípio da isonomia 121
2.4.2.3. Princípio da capacidade contributiva 121
2.4.2.4. Metodologias de cálculo da taxa de coleta de lixo 122
2.4.2.4.1. Rateio dos custos pelo número de economias 123
2.4.2.4.2. Cálculo baseado na tipologia do gerador 124
2.4.2.4.3. Cálculo baseado na área construída do imóvel 126
2.4.2.4.4. Cálculo baseado no consumo de água 127
2.4.2.4.5. Cálculo alternativo baseado no consumo de água 128
2.4.2.5. Formas de cobrança da taxa de coleta de lixo 130
2.4.3. Identificação de áreas favoráveis à disposição final ambientalmente adequada de rejeitos 131
2.4.3.1. Dimensionamento da área necessária para instalação de um aterro sanitário em Itaverava 134
2.4.4. Critérios para escolha da área para projeto e implantação de aterro de resíduos da construção civil e de resíduos inertes 138
2.4.5. Análise preliminar de viabilidade de implantação de usina de reciclagem de resíduo de demolição da construção civil 141
2.4.6. Eventos de Emergência e Contingência 144
2.4.6.1. Eventos operacionais 144
2.4.6.2. Eventos relacionados à gestão e ao gerenciamento 145
2.4.6.3. Eventos imprevisíveis 146
3. PRESTAÇÃO, FISCALIZAÇÃO E REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO 146
3.1. Modelos de prestação de serviços 147
3.1.1. Prestação direta 148

3.1.2. Prestação indireta 149

3.1.2.1. Prestação por concessão 149

3.1.2.2. Prestação público-privada 149

3.1.2.3. Prestação privada 150

3.1.3. Gestão associada 151

3.2. Avaliação dos modelos de prestação de serviços 153

3.2.1. Administração direta centralizada e descentralizada 153

3.2.2. Administração indireta 154

3.2.3. Gestão associada 157

3.3. Alternativas de regulação e fiscalização 158

3.3.1. Regulação 158

3.3.2. Fiscalização 160

3.4. Regulamentação do setor de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos considerando o PMGIRS 161

3.4.1. Regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos 162

3.4.1.1. Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico 162

3.4.1.2. Resíduos dos serviços de transporte 165

3.4.1.3. Resíduos dos serviços de saúde 167

3.4.1.4. Resíduos de mineração 172

3.4.1.5. Resíduos de construção civil 173

3.4.1.6. Resíduos agrossilvopastoris – embalagens de agrotóxicos 175

3.4.1.7. Resíduos industriais 178

3.4.1.8. Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestação de serviço 179

3.4.2. Critérios para pontos de apoio a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos 181

3.4.2.1. Caracterização física 183
3.4.2.2. Acondicionamento 185
3.4.2.3. Coleta e transporte 186
3.4.2.4. Transbordo de rejeitos 190
3.4.2.5. Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) 190
3.4.2.6. Área de Transbordo e Triagem de Resíduos 192
3.4.2.7. Central de Triagem de Resíduos (CTR) 193
3.4.2.8. Aterro sanitário 194
3.4.2.9. Acondicionamento e destinação de Resíduos de Serviços de Saúde 195
3.4.2.10. Controle de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRSs) 196
3.4.3. Responsabilidades quanto à implementação e operacionalização do PMGIRS 197
3.4.4. Formas e limites da participação do Poder Público local na coleta seletiva e na logística reversa 199
3.4.4.1. Coleta seletiva 199
3.4.4.2. Logística reversa 202
4. PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS EM SANEAMENTO BÁSICO 206
4.1. Sistema Geral do Saneamento Básico Municipal 209
4.1.1. Proposição de cenários 209
4.1.2. Objetivos e metas 214
4.2. Sistema de Abastecimento de Água (SAA) 219
4.2.1. Proposição de cenários 219
4.2.2. Objetivos e metas 222
4.3. Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) 226
4.3.1. Proposição de cenários 226

4.3.2. Objetivos e metas 229

4.4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais 233

4.4.1. Proposição de cenários 233

4.4.2. Objetivos e metas 237

4.5. Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos 240

4.5.1. Proposição de cenários 240

4.5.2. Objetivos e metas 243

5. RELATÓRIO DAS OFICINAS 248

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 252

7. BIBLIOGRAFIA 253

Lista de Figuras

Figura 1 - Localização do antigo ponto de captação e o novo ponto proposto para a sede 39

Figura 2 - Visão panorâmica do local proposto para a sede 40

Figura 3 - Localização do novo ponto proposto para Monsenhor Isidro 43

Figura 4 - Visão panorâmica do local proposto para Monsenhor Isidro 44

Figura 5 - Esquema do sistema de cloração desenvolvido pela Embrapa 46

Figura 6 - Esquema geral de filtragem de água de uma nascente 48

Figura 7 - Alternativa locacional da ETE para a sede de Itaverava 82

Figura 8 - Esquema do sistema de fossas/tanques sépticos em conjunto com o filtro anaeróbio 84

Figura 9 - Esquema de um sumidouro 84

Figura 10 - Dados do Atlas Digital das Águas de Minas para o município de Itaverava 86
Figura 11 - Aumento do pico em função da proporção de área 93
Figura 12 - Esquema de vala de infiltração 107
Figura 13 - Bacia de amortecimento transformada em espaço pra lazer 108
Figura 14 - Exemplo de distribuição de lotes e vias públicas nas margens de cursos d'agua 112
Figura 15 - Exemplo de parcelamento do solo considerando aspectos 113
Figura 16 - Critérios a serem adotados para escolha da localização da área 133
Figura 17 - Áreas sugeridas para instalação do Aterro Sanitário (AS) 136
Figura 18 - Áreas sugeridas para instalação do Aterro Sanitário (AS) 137
Figura 19 - Objetivos da regulação dos serviços de saneamento básico 159
Figura 20 - Gestão dos resíduos domiciliares 182
Figura 21 - Procedimentos para não geração, redução, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos 183
Figura 22 - Método heurístico de traçado de itinerários de coleta 190
Figura 23 - Código de cores da coleta seletiva 191
Figura 24 - Área de Transbordo e Triagem de resíduos sólidos 193
Figura 25 - 1ª Oficina do PMSB em Itaverava 249
Figura 26 - 2ª Oficina do PMSB de Itaverava-MG 251
Figura 27 - Lista de presença da 2ª Oficina do PMSB de Itaverava-MG 252

Lista de Quadros

Quadro 1 - Projeção da demanda futura para a sede no cenário previsível 28

Quadro 2 - Projeção da demanda futura para Monsenhor Isidro no cenário previsível 29

Quadro 3 - Balanço da oferta e demanda do SAA para a sede no cenário previsível 30

Quadro 4 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Monsenhor Isidro no cenário previsível 31

Quadro 5 - Projeção da demanda futura para a sede no cenário normativo 33

Quadro 6 - Projeção da demanda futura para Monsenhor Isidro no cenário normativo 34

Quadro 7 - Balanço da oferta e demanda do SAA para a sede no cenário normativo 35

Quadro 8 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Monsenhor Isidro no cenário normativo 35

Quadro 9 - Vazões no manancial utilizado na sede 37

Quadro 10 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura da sede 37

Quadro 11 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para a sede 40

Quadro 12 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para a sede e a demanda futura 41

Quadro 13 - Vazões no manancial utilizado em Monsenhor Isidro 42

Quadro 14 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura de Monsenhor Isidro 42

Quadro 15 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para Monsenhor Isidro 44

Quadro 16 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para Monsenhor Isidro e a demanda futura 44

Quadro 17 - Evolução da vazão de esgoto doméstico da sede de Itaverava no cenário previsível.....53

Quadro 18 - Evolução da vazão de esgoto doméstico do distrito de Monsenhor Isidro no cenário previsível.....54

Quadro 19 - Evolução da contribuição de infiltração da sede de Itaverava.....55

Quadro 20 - Evolução da contribuição de infiltração do distrito de Monsenhor Isidro.....56

Quadro 21 - Evolução da vazão sanitária para o cenário previsível da sede de Itaverava.....57

Quadro 22 - Evolução da vazão sanitária para o cenário previsível do distrito de Monsenhor Isidro.....58

Quadro 23 - Evolução da carga orgânica bruta e concentração inicial de DBO para o cenário previsível da sede de Itaverava.....59

Quadro 24 - Evolução da carga orgânica bruta e concentração inicial de DBO para o cenário previsível do distrito de Monsenhor Isidro.....60

Quadro 25 - Evolução da carga orgânica removida e concentração removida de DBO para o cenário previsível da sede de Itaverava.....61

Quadro 26 - Evolução da carga orgânica removida e concentração removida de DBO para o cenário previsível do distrito de Monsenhor do Isidro.....62

Quadro 27 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais termotolerantes para o cenário previsível da sede de Itaverava.....63

Quadro 28 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais termotolerantes para o cenário previsível do distrito de Monsenhor Isidro.....64

Quadro 29 - Evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes para o cenário previsível da sede de Itaverava.....65

Quadro 30 - Evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes para o cenário previsível do distrito de Monsenhor Isidro.....66

Quadro 31 - Evolução da vazão de esgotos domésticos para o cenário normativo da sede do município de Itaverava 67

Quadro 32 - Evolução da vazão de esgotos domésticos para o cenário normativo do distrito de Monsenhor Isidro 68

Quadro 33 - Evolução da vazão de infiltração para o cenário normativo da sede do município de Itaverava 69

Quadro 34 - Evolução da vazão de infiltração para o cenário normativo do distrito de Monsenhor Isidro 70

Quadro 35 - Evolução da vazão sanitária para o cenário normativo da sede do município de Itaverava 71

Quadro 36 - Evolução da vazão sanitária para o cenário normativo do distrito de Monsenhor Isidro 72

Quadro 37 - Evolução da carga orgânica bruta e concentração inicial de DBO para o cenário normativo da sede do município de Itaverava 73

Quadro 38 - Evolução da carga orgânica bruta e concentração inicial de DBO para o cenário normativo do distrito de Monsenhor Isidro 74

Quadro 39 - Evolução da carga orgânica removida e concentração removida de DBO para o cenário normativo da sede de Itaverava 75

Quadro 40 - Evolução da carga orgânica removida e concentração removida de DBO para o cenário normativo do distrito de Monsenhor Isidro 76

Quadro 41 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais termotolerantes para o cenário normativo da sede do município de Itaverava 77

Quadro 42 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais termotolerantes para o cenário normativo do distrito de Monsenhor Isidro 78

Quadro 43 - Evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes para o cenário normativo da sede de Itaverava 79

Quadro 44 - Evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes para o cenário normativo do distrito de Monsenhor Isidro 80

Quadro 45 - Medidas para prevenção, controle, mitigação e/ou recuperação que podem ser usadas para áreas degradadas por processos erosivos. 101

Quadro 46 - Esquema das diferentes técnicas compensatórias estruturais 107

Quadro 47 - Projeção da geração de resíduos. 115

Quadro 48 - Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil em 2008. 116

Quadro 49 - Metas para redução de resíduos secos recicláveis enviados à disposição final 116

Quadro 50 - Metas para redução de resíduos orgânicos enviados à disposição final 118

Quadro 51 - Cenário projetado para os rejeitos enviados à disposição final 119

Quadro 52 - Área necessária em m² 134

Quadro 53 - Projeção de geração de RCD de Itaverava 143

Quadro 54 - Formas de prestação de serviços públicos admitidas pela Constituição Federal 147

Quadro 55 - Comparativo entre Departamento e Autarquia 153

Quadro 56 - Vantagens e desvantagens dos modelos de regulação 159

Quadro 57 - Funções da gestão e entidades passíveis de atuar como responsáveis 161

Quadro 58 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Regras de Estocagem 163

Quadro 59 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Regras de Transporte 163

Quadro 60 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Regras de Disposição Final 163

Quadro 61 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Legislação e Normas 164

Quadro 62 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Classificação.....165

Quadro 63 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Regras de Coleta e Transporte. 165

Quadro 64 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Regras de Tratamento e Disposição Final 166

Quadro 65 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Regras de Licenciamento 166

Quadro 66 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Legislação e Normas 167

Quadro 67 - Resíduos de Serviço de Saúde – Classificação. 168

Quadro 68 - Resíduos de Serviço de Saúde – Símbolos de Identificação 169

Quadro 69 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Acondicionamento 169

Quadro 70 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Coleta e Transporte. 170

Quadro 71 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Triagem e Transbordo. 170

Quadro 72 - Resíduos de Serviço de Saúde – Métodos de Tratamento 170

Quadro 73 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Tratamento e Disposição Final.....171

Quadro 74 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Licenciamento.....171

Quadro 75 - Resíduos de Serviço de Saúde – Legislação e Normas.....172

Quadro 76 - Resíduos de Mineração – Normas 173

Quadro 77 - Resíduos de Construção Civil – Classificação. 173

Quadro 78 - Resíduos de Construção Civil – Regras de Coleta e Transporte. 174

Quadro 79 - Resíduos de Construção Civil – Regras de Tratamento e Disposição. ...174

Quadro 80 - Resíduos de Construção Civil – Regras de Licenciamento. 174

Quadro 81 - Resíduos de Construção Civil – Legislação e Normas. 175

Quadro 82 - Resíduos Agrossilvopastoris – Regras de Coleta e Transporte. 175

Quadro 83 - Resíduos Agrossilvopastoris – Regras de Triagem e Transbordo.....176

Quadro 84 - Resíduos Agrossilvopastoris – Regras de Tratamento e Disposição. 176

Quadro 85 - Resíduos Agrossilvopastoris – Regras de Licenciamento. 176

Quadro 86 - Resíduos Agrossilvopastoris – Legislação e Normas. 176

Quadro 87 - Resíduos Industriais – Regras de Licenciamento e Obrigações Legais. 178

Quadro 88 - Resíduos Industriais – Legislação e Normas. 178

Quadro 89 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais – Regras de sobre óleos lubrificantes, pilhas e baterias, pneus inservíveis, embalagens de agrotóxico, lixo eletrônico e lâmpadas fluorescentes. 179

Quadro 90 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais – Regras de Coleta e Transporte 180

Quadro 91 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais – Regras de Triagem e Transbordo. 180

Quadro 92 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais – Legislação e Normas.....181

Quadro 93 - Resumo das responsabilidades na gestão dos resíduos sólidos 197

Quadro 94 - Resumo geral das etapas da logística reversa e responsabilidades.....206

Quadro 95 - Matriz SWOT do Sistema de Saneamento Básico Municipal de Itaverava.....210

Quadro 96 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o Sistema de Saneamento Básico Municipal de Itaverava.....212

Quadro 97 - Matriz SWOT do Sistema de Abastecimento de Água (SAA).....220

Quadro 98 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o Sistema de Abastecimento de Água (SAA) 222

Quadro 99 - Matriz SWOT do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) 227

Quadro 100 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o Sistema de Esgotamento Sanitário (SES).....229

Quadro 101 - Matriz SWOT do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais 234

Quadro 102 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o Sistema de Drenagem Urbana 236

Quadro 103 - Matriz SWOT do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos 241

Quadro 104 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos 243

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Valores utilizados para o cálculo da concentração de DBO de lançamento máxima aceitável da futura ETE em Itaverava 88

Tabela 2 - Valores utilizados para o cálculo da concentração de coliformes fecais termotolerantes de lançamento máxima aceitável da futura ETE em Itaverava 89

Tabela 3 - Impermeabilização das bacias com histórico de inundação 94

Tabela 4 - Projeção de crescimento populacional urbano 95

Tabela 5 - Projeção da impermeabilização decorrente da ocupação urbana até 2038 a partir do cenário normativo. 96

Tabela 6 - Locais críticos e seus respectivos períodos de retorno 98

Tabela 7 - Evolução das estruturas de retenção de resíduos sólidos — autolimpantes 106

Tabela 8 - Fatores de referência hipotéticos para o cálculo da taxa de coleta de lixo baseado na área construída do imóvel 126

Tabela 9 - Simulação das taxas de coleta de lixo baseadas na área construída do imóvel 127

Tabela 10 - Simulação das taxas de coleta de resíduos sólidos baseadas no consumo de água 128

Tabela 11 - Fatores de referência hipotéticos para o cálculo da taxa de coleta de lixo baseado no consumo de água 129

Tabela 12 - Fatores de referência hipotéticos para o cálculo da taxa de coleta de lixo baseado no consumo de água 129

Tabela 13 - Objetivos e metas do Sistema de Saneamento Básico Municipal de Itaverava 217

Tabela 14 - Objetivos e metas do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) 224

Tabela 15 - Objetivos e metas do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) 231

Tabela 16 - Objetivos e metas do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais 238

Tabela 17 - Objetivos e metas do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos 245

Abreviaturas e Siglas

APA - Área de Proteção Ambiental.

APP - Área de Preservação Permanente.

CBH - Comitê de Bacia Hidrográfica.

EEE - Estação Elevatória de Esgotos.

EPI - Equipamento de Proteção Individual.

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.

ONG - Organização Não Governamental.

PARH - Plano de Ações para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos.

PEV - Ponto de Entrega Voluntária.

PIRH - Plano Integrado de Recursos Hídricos da bacia do rio Doce.

PMGIRS - Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico.

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos.

PPP - Parceria público-privada.

SAA - Sistema de Abastecimento de Água.

SES - Sistema de Esgotamento Sanitário.

SMIS - Sistema Municipal de Informações sobre Saneamento.

SNIS - Sistema Nacional 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.

Sustentabilidade: termo usado para definir ações e atividades humanas que visam suprir as necessidades atuais dos seres humanos, sem comprometer o futuro das próximas gerações. Ou seja, a sustentabilidade está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico e material sem agredir o meio ambiente, usando os recursos naturais de forma inteligente para que eles se mantenham no futuro.

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

Apresentação

O Instituto BioAtlântica (IBIO) é uma organização sem fins lucrativos, criada por indivíduos, empresas e ONGs ligadas ao tema sustentabilidade, através do Decreto Federal de 2002, alterado pelo Decreto Federal de 1º de setembro de 2010. Em 2011 foi habilitado a exercer as funções de Agência de Água na bacia hidrográfica do rio Doce, tendo sido sua indicação como entidade delegatária aprovada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, por meio da Resolução CNRH nº 130, de 20 de setembro de 2011.

A Lei nº 11.445, sancionada em 5 de janeiro de 2007, trouxe nova disciplina para a prestação de serviços de saneamento básico, exigindo tanto do titular quanto do prestador de serviços novas atribuições, direitos e obrigações, entre elas a obrigatoriedade da elaboração dos planos de saneamento básico, a regulação dos serviços, a instituição do controle social dos serviços de saneamento e a participação social no planejamento do setor, além da adequação da prestação dos serviços às condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro, em regime de eficiência. Ainda de acordo com a legislação vigente, a obtenção de financiamentos ou de recursos a fundo perdido, nos órgãos federais e estaduais, ficou atrelada à apresentação, por parte do Poder Público Municipal, do Plano Municipal de Saneamento Básico e do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

Ciente da importância dessa normatização no setor de saneamento dos municípios que integram a bacia hidrográfica do rio Doce, o IBIO-AGB Doce consolidou, funcionando como Agência de Águas, a elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico a partir da aprovação, pelos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs), do Plano de Aplicação Plurianual (PAP) com recursos provenientes da cobrança pelo uso da água, a partir de programas priorizados no Plano Integrado de Recursos Hídricos da bacia do rio Doce (PIRH). Trata-se de um esforço conjunto para viabilizar aos municípios um instrumento de gestão dos eixos que integram o saneamento básico.

Em setembro de 2016, o IBIO lançou o Ato Convocatório nº 08/2016 para instruir a contratação de empresa especializada na prestação de serviços de elaboração dos *Planos Municipais de Saneamento Básico* (PMSBs) para os seguintes municípios

integrantes da bacia hidrográfica do rio Doce: *Córrego Novo, Itaverava e Pingo-d'Água, pertencentes à UGRH 1 Piranga; São Gonçalo do Rio Abaixo, pertencente à UGRH 2 Piracicaba; Belo Oriente, Joanésia e Santo Antônio do Itambé, pertencentes à UGRH 3 Santo Antônio; e Entre Folhas e Ipaba, pertencentes à UGRH 5 Caratinga.*

Em 28/11/2016 o IBIO-AGB Doce assinou contrato e ordem de serviço com a empresa *SHS – Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda. EPP*, ambas estabelecendo a vigência de 12 meses aos trabalhos de prestação de serviços na elaboração dos PMSBs dos nove municípios anteriormente mencionados.

Equipe Técnica

EQUIPE-CHAVE		
PROFISSIONAL	**FORMAÇÃO**	**FUNÇÕES PRINCIPAIS**
Lívia Cristina Holmo Villela	Engenheira Civil Sênior / Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento	Coordenação e revisão geral.
Iveti Ap. Pavão Macedo da Silva	Engenheira Civil Sênior / Especialista em projetos de saneamento	Responsável pelos setores de abastecimento de água; esgotamento sanitário; drenagem urbana e manejo de águas pluviais; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.
Larissa Nogueira Olmo Margarido	Engenheira Civil Sênior / Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento	Responsável pelos setores de abastecimento de água; esgotamento sanitário; drenagem urbana e manejo de águas pluviais; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Responsável pelos estudos populacionais.
Swami Marcondes Villela	Engenheiro Civil Sênior / Livre-docente da Universidade de São Paulo	Responsável pelos setores de abastecimento de água; esgotamento sanitário; drenagem urbana e manejo de águas pluviais; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.
Ana Carolina do Prado Whitaker Medeiros	Bacharel em Comunicação Social – Jornalismo / Pós-graduada em Gestão Ambiental	Responsável pelo Plano de Comunicação e Mobilização Social.
Paula Roberta Velho	Bacharel em Economia / Mestre em Relações Internacionais pela Universidade de Londres	Responsável pelos trabalhos na área de Economia.
Isabel Cristina Inocente Pavão	Advogada	Responsável pelos trabalhos na área jurídica.

EQUIPE COMPLEMENTAR		
PROFISSIONAL	**FORMAÇÃO**	**FUNÇÕES PRINCIPAIS**
Sheila Holmo Villela	Bacharel em Psicologia / Mestre e Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental	Coordenadora operacional dos PMSBs nos quatro setores do saneamento (água, esgoto, drenagem e resíduos sólidos); responsável pela configuração dos eventos públicos (Seminários, Oficinas, Audiências) e pelas equipes de campo.
João Paulo Freitas Alves Pereira	Engenheiro Ambiental Junior	Coordenador operacional dos quatro setores do saneamento básico (água, esgoto, drenagem e resíduos sólidos); responsável pelo Sistema de Informação e Bases Cartográficas elaboradas utilizando técnicas de geoprocessamento (SIG).
Darci Pereira	Engenheiro Civil Pleno / Especialista em projetos de saneamento	Corresponsável pelo setor de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.
Vitor Catoia	Biólogo	Corresponsável pela caracterização geral dos municípios e Sistema de Informação e Bases Cartográficas elaboradas utilizando técnicas de geoprocessamento (SIG).
Paloma Fernandes Paulino	Engenheira Ambiental Plena / Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento	Responsável pelo setor de drenagem; responsável pelo Sistema de Informação e Bases Cartográficas elaboradas utilizando técnicas de geoprocessamento (SIG).
Vilma Matias	Bióloga	Levantamento de dados e apoio aos gestores municipais quanto aos procedimentos de comunicação e mobilização social.
Flávia B. Feliciano de Lima	Pedagoga	Responsável pela revisão e edição geral dos textos e corresponsável pela área de comunicação e mobilização social.
Danilo Gustavo	Desenhista / Projetista	Responsável pelos desenhos técnicos.
Simone Pavão	Técnica em Gestão	Responsável pela área administrativa.
Ana Carolina Ferrari dos Santos	Engenheira Ambiental	Colaboradora técnica no setor de Esgotamento Sanitário.
Junio da Silva Luiz	Engenheiro Ambiental	Corresponsável pelo setor de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.
Marina da Costa R. de Almeida	Aluna de Engenharia Ambiental - USP	Estagiária - Colaboradora técnica no setor de Drenagem.
Erik Vieira de Melo	Aluno de Engenharia Ambiental - USP	Estagiário - Colaborador técnico na caracterização geral dos municípios e no setor de Drenagem.
Julia Villela Berlingeri	Aluna de Engenharia de Produção - UFSCar	Estagiária - Colaboradora técnica no setor de caracterização institucional dos municípios.
Flávia Arlette Oliveira	Aluna do Curso de Gestão e Análise Ambiental - UFSCar	Estagiária - Colaboradora técnica no setor de Esgotamento Sanitário.

1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

As Reuniões de Partida realizadas com a participação de representantes do IBIO-AGB-Doce, dos CBHs envolvidos, dos municípios contemplados e da empresa consultora (SHS), foram realizadas em 12/12/2016 em Itabira - MG e 13/12/2016 em Caratinga – MG. Nesses dois eventos foram estabelecidos os primeiros contatos entre os envolvidos com a elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico e foi traçado um primeiro perfil das etapas que iriam configurar os trabalhos. Segundo o Termo de Referência do contrato, os planos seriam construídos a partir de diversas etapas, que seriam registradas em relatórios parciais denominados “Produtos”, conforme especificados a seguir:

- Produto 1: Plano de Trabalho
- Produto 2: Plano de Comunicação e Mobilização Social
- Produto 3: Diagnóstico Técnico-Participativo dos Serviços de Saneamento Básico
- Produto 4: Prognóstico contemplando objetivos e metas por componente do saneamento e alternativas institucionais para a gestão dos serviços de saneamento básico no município
- Produto 5: Programas, projetos e ações por componente do saneamento, com ações emergenciais e contingenciais cabíveis e hierarquização das áreas e/ou programas de intervenção prioritários no município
- Produto 6: Plano de investimentos dos programas, projetos e ações propostos
- Produto 7: Sistema de informações de saneamento básico do município com seleção dos indicadores para monitoramento do PMSB
- Produto 8: Versão consolidada e final do PMSB com a Minuta de Projeto de Lei do PMSB.

A seguir menciona-se o histórico de entrega dos produtos elaborados até o momento, no processo de elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico de Itaverava.

O Produto 1 - Plano de Trabalho foi entregue em 10/01/2017 e possui orientações gerais para todo o processo de elaboração do PMSB, sendo um importante instrumento de apoio a todos os envolvidos.

O Produto 2 - Plano de Comunicação e Mobilização Social foi apresentado à população em Seminário realizado em 10/03/2017 no salão paroquial da igreja católica. Esse documento também é de suma importância para o sucesso do Plano, uma vez que tem o objetivo de indicar diretrizes para que os gestores mobilizem a população com embasamento técnico.

Produto 3 - Em seminário realizado nos dias 15/05/2017 e 16/05/2017 foi apresentado à população um diagnóstico técnico-participativo dos serviços de saneamento básico descrevendo a infraestrutura existente e a situação institucional, operacional e gerencial de cada setor ou eixo do saneamento básico municipal. Participaram cidadãos representando diversos segmentos da sociedade, os membros dos Comitês do PMSB - Comitê de Coordenação e Comitê Executivo e a SHS Consultoria. Esse diagnóstico deve servir de base para a elaboração de estratégias de atuação visando às melhorias pretendidas pela Lei de Saneamento.

Produto 4 – Foi apresentada à população de Itaverava, em 19/06/2017, a versão preliminar deste produto (P4), contemplando os objetivos e metas necessários para a instauração de uma gestão integrada dos setores do saneamento, considerando o horizonte de planejamento de vinte anos.

O presente relatório (P4R0) traz os objetivos e metas, já avaliados pelos participantes da reunião pública, e os estudos de demandas futuras relacionadas aos quatro eixos do saneamento, as quais também subsidiaram a definição de metas específicas. Visando orientar o gestor público no encaminhamento de suas funções no âmbito da prestação de serviços em saneamento, este produto apresenta também uma série de normas e procedimentos a serem atendidos quando da implementação do PMSB, além de descrever alguns modelos de gestão de prestação dos serviços, de forma que o município, no momento oportuno, possa escolher o que melhor lhe convier.

2. PROJEÇÕES E ESTIMATIVAS DE DEMANDA DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO

2.1. Sistema de Abastecimento de Água

2.1.1. Projeção 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 2018 a 2038 – foram consideradas as projeções populacionais para este período, 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

Em que: 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 2038.

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

Equação 2

Em que: D = demanda de água (m³/dia);
d = demanda *per capita* de água com as perdas (L/hab.dia);
P = população projetada (hab.);
IA = índice de atendimento (%).

A demanda máxima de água é calculada multiplicando-se a demanda de água pelo coeficiente de máxima vazão diária (k1 = 1,2) e a demanda de reservação corresponde a 1/3 dessa demanda.

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

Segundo dados fornecidos pela COPASA, referentes ao ano de 2016, o consumo *per capita* de água na sede é de 154,25 L/hab.dia, o índice de perdas é de 23% e o atendimento é de 100%. Como não há informações para o sistema de abastecimento em Monsenhor Isidro, foram utilizados esses mesmos parâmetros.

A fim de se estudar o sistema de abastecimento de água ao longo do horizonte do plano, realizou-se uma projeção da demanda considerando o crescimento populacional e mantendo-se constantes os indicadores citados acima. Com base nos valores apresentados, foi calculada a evolução da demanda de água para o sistema que atende à sede e Monsenhor Isidro (Quadro 1 e Quadro 2).

Quadro 1 - Projeção da demanda futura para a sede no cenário previsível

Ano	População urbana (hab.)	Índice de atendimento (%)	População urbana atendida (hab.)	Consumo *per capita* (L/hab.dia)	Índice de perdas (%)	Demanda *per capita* (L/hab.dia)	Demanda de água (m³/d)	Demanda de água máxima diária (m³/dia)	Demanda por Reservação (m³/dia)
2017	1.734	100,00	1.734	154,25	23	200,32	347,36	416,84	138,95
2018	1.754	100,00	1.754	154,25	23	200,32	351,37	421,64	140,55
2019	1.768	100,00	1.768	154,25	23	200,32	354,17	425,01	141,67
2020	1.786	100,00	1.786	154,25	23	200,32	357,78	429,34	143,11
2021	1.803	100,00	1.803	154,25	23	200,32	361,19	433,42	144,47
2022	1.816	100,00	1.816	154,25	23	200,32	363,79	436,55	145,52
2023	1.822	100,00	1.822	154,25	23	200,32	364,99	437,99	146,00
2024	1.837	100,00	1.837	154,25	23	200,32	368,00	441,60	147,20
2025	1.853	100,00	1.853	154,25	23	200,32	371,20	445,44	148,48
2026	1.864	100,00	1.864	154,25	23	200,32	373,41	448,09	149,36
2027	1.873	100,00	1.873	154,25	23	200,32	375,21	450,25	150,08
2028	1.884	100,00	1.884	154,25	23	200,32	377,41	452,89	150,96
2029	1.891	100,00	1.891	154,25	23	200,32	378,81	454,58	151,53
2030	1.900	100,00	1.900	154,25	23	200,32	380,62	456,74	152,25
2031	1.911	100,00	1.911	154,25	23	200,32	382,82	459,38	153,13
2032	1.926	100,00	1.926	154,25	23	200,32	385,83	462,99	154,33
2033	1.938	100,00	1.938	154,25	23	200,32	388,23	465,88	155,29
2034	1.946	100,00	1.946	154,25	23	200,32	389,83	467,80	155,93
2035	1.958	100,00	1.958	154,25	23	200,32	392,24	470,68	156,89
2036	1.970	100,00	1.970	154,25	23	200,32	394,64	473,57	157,86
2037	1.979	100,00	1.979	154,25	23	200,32	396,44	475,73	158,58
2038	1.980	100,00	1.980	154,25	23	200,32	396,64	475,97	158,66

Fonte: SHS, 2017.

Quadro 2 - Projeção da demanda futura para Monsenhor Isidro no cenário previsível

Ano	População urbana (hab.)	Índice de atendimento (%)	População urbana atendida (hab.)	Consumo *per capita* (L/hab.dia)	Índice de perdas (%)	Demanda *per capita* (L/hab.dia)	Demanda de água (m^3/d)	Demanda de água máxima diária (m^3/dia)	Demanda por Reservação (m^3/dia)
2017	930	100,00	930	154,25	23	200,32	186,30	223,56	74,52
2018	924	100,00	924	154,25	23	200,32	185,10	222,12	74,04
2019	919	100,00	919	154,25	23	200,32	184,10	220,92	73,64
2020	909	100,00	909	154,25	23	200,32	182,10	218,51	72,84
2021	896	100,00	896	154,25	23	200,32	179,49	215,39	71,80
2022	880	100,00	880	154,25	23	200,32	176,29	211,54	70,51
2023	873	100,00	873	154,25	23	200,32	174,88	209,86	69,95
2024	868	100,00	868	154,25	23	200,32	173,88	208,66	69,55
2025	865	100,00	865	154,25	23	200,32	173,28	207,94	69,31
2026	855	100,00	855	154,25	23	200,32	171,28	205,53	68,51
2027	848	100,00	848	154,25	23	200,32	169,88	203,85	67,95
2028	844	100,00	844	154,25	23	200,32	169,07	202,89	67,63
2029	825	100,00	825	154,25	23	200,32	165,27	198,32	66,11
2030	807	100,00	807	154,25	23	200,32	161,66	193,99	64,66
2031	797	100,00	797	154,25	23	200,32	159,66	191,59	63,86
2032	789	100,00	789	154,25	23	200,32	158,06	189,67	63,22
2033	787	100,00	787	154,25	23	200,32	157,66	189,19	63,06
2034	775	100,00	775	154,25	23	200,32	155,25	186,30	62,10
2035	768	100,00	768	154,25	23	200,32	153,85	184,62	61,54
2036	761	100,00	761	154,25	23	200,32	152,45	182,94	60,98
2037	751	100,00	751	154,25	23	200,32	150,44	180,53	60,18
2038	731	100,00	731	154,25	23	200,32	146,44	175,72	58,57

Fonte: SHS, 2017.

Determinada a demanda de água na área urbana ao longo do Plano, foi feito o balanço entre esse dado e a oferta de água no local para cada 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 do distrito.

Sendo assim, para a sede, que é atendida pela COPASA, foram considerados o valor da vazão tratada (6,4L/s) para os cálculos e 24h/d de funcionamento da captação. A partir destes valores, realizou-se o balanço da oferta e demanda do sistema de abastecimento de água, de acordo com as projeções populacionais analisadas. No Quadro 3 são apresentados os resultados do balanço da sede.

Quadro 3 - Balanço da oferta e demanda do SAA para a sede no cenário previsível

Ano de referência	População urbana atendida	Demanda (m³/dia)	Oferta (m³/dia)	Saldo	Demanda por reservação (m³/dia)	Reservação atual (m³)
2017	1.620	604,80	347,36	257,44	138,95	120
2018	1.638	604,80	351,37	253,43	140,55	120
2019	1.651	604,80	354,17	250,63	141,67	120
2020	1.668	604,80	357,78	247,02	143,11	120
2021	1.684	604,80	361,19	243,61	144,47	120
2022	1.696	604,80	363,79	241,01	145,52	120
2023	1.702	604,80	364,99	239,81	146,00	120
2024	1.716	604,80	368,00	236,80	147,20	120
2025	1.731	604,80	371,20	233,60	148,48	120
2026	1.741	604,80	373,41	231,39	149,36	120
2027	1.750	604,80	375,21	229,59	150,08	120
2028	1.760	604,80	377,41	227,39	150,96	120
2029	1.766	604,80	378,81	225,99	151,53	120
2030	1.775	604,80	380,62	224,18	152,25	120
2031	1.785	604,80	382,82	221,98	153,13	120
2032	1.799	604,80	385,83	218,97	154,33	120
2033	1.810	604,80	388,23	216,57	155,29	120
2034	1.818	604,80	389,83	214,97	155,93	120
2035	1.829	604,80	392,24	212,56	156,89	120
2036	1.840	604,80	394,64	210,16	157,86	120
2037	1.849	604,80	396,44	208,36	158,58	120
2038	1.850	604,80	396,64	208,16	158,66	120

Fonte: SHS, 2017.

O distrito de Monsenhor Isidro, que ainda não é atendido pela COPASA, realiza a sua captação de água em manancial superficial e, conforme responsável pela ETA do distrito, a vazão tratada na ETA é de 5L/s, aproximadamente.

Com base nesses valores, foi feita a projeção do balanço entre a oferta e a demanda ao longo do Plano para o distrito de Monsenhor Isidro (Quadro 4).

Quadro 4 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Monsenhor Isidro no cenário previsível

Ano	População urbana atendida (hab.)	Oferta de água (m³/d)	Demanda de água (m³/d)	Saldo do Balanço (m³/d)	Demanda por reservação (m³/dia)	Reservação Atual (m³/dia)
2017	869	432,00	186,30	245,70	74,52	80
2018	863	432,00	185,10	246,90	74,04	80
2019	858	432,00	184,10	247,90	73,64	80
2020	849	432,00	182,10	249,90	72,84	80
2021	837	432,00	179,49	252,51	71,80	80
2022	822	432,00	176,29	255,71	70,51	80
2023	815	432,00	174,88	257,12	69,95	80
2024	811	432,00	173,88	258,12	69,55	80
2025	808	432,00	173,28	258,72	69,31	80
2026	799	432,00	171,28	260,72	68,51	80
2027	792	432,00	169,88	262,12	67,95	80
2028	788	432,00	169,07	262,93	67,63	80
2029	771	432,00	165,27	266,73	66,11	80
2030	754	432,00	161,66	270,34	64,66	80
2031	744	432,00	159,66	272,34	63,86	80
2032	737	432,00	158,06	273,94	63,22	80
2033	735	432,00	157,66	274,34	63,06	80
2034	724	432,00	155,25	276,75	62,10	80
2035	717	432,00	153,85	278,15	61,54	80
2036	711	432,00	152,45	279,55	60,98	80
2037	702	432,00	150,44	281,56	60,18	80
2038	683	432,00	146,44	285,56	58,57	80

Fonte: SHS, 2017.

Os resultados apontam que as ETAs em funcionamento na sede e Monsenhor Isidro apresentam capacidade suficiente para atender tanto às demandas atuais quanto às futuras. Com relação à reservação, a sede necessita de ampliação da capacidade de reservação para melhor operação do sistema, mas os reservatórios do distrito têm capacidade para atendimento da demanda atual e da futura. Apesar disso, no distrito, há grande desperdício de água pelos munícipes devido à falta de tarifação, chegando a faltar água na época de seca.

Verifica-se que em toda a área urbana do município, o consumo *per capita* está abaixo do consumo médio do país (166L/hab.dia). Segundo Von Sperling (2014), no entanto, em municípios com até 10 mil habitantes, o consumo *per capita* está em uma faixa de 90 e 160L/hab.dia. Sendo assim, considerou-se que, paralelamente ao desenvolvimento do município, haverá o aumento do consumo de água até o valor de 150L/hab.dia.

Vale ressaltar que essa estimativa não tem por objetivo incentivar o aumento de consumo de água, mas sim antever que haverá uma melhoria na qualidade de vida das pessoas, e que naturalmente isso demandará um consumo maior de água. Caso não ocorra esse aumento, a quantidade de água disponível poderá atender a uma população maior, além do período do Plano. De qualquer forma, as ações de educação ambiental e de incentivo ao consumo consciente de água devem ser implementadas 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 – Atingir índice de perdas igual a 20% (de 4 a 8 anos).

Ressalta-se que o mínimo estabelecido para o Índice de Perdas é 15%, pois é plausível, conforme estabelecido nos seminários. Nesse sentido, quando o município atinge esse valor, as metas se modificam para manter tal taxa.

Com base nesses valores, foi calculada a evolução da demanda de água para o sistema que atende a sede e o distrito de Monsenhor Isidro (Quadro 5 e Quadro 6).

Quadro 5 - Projeção da demanda futura para a sede no cenário normativo

Ano	População urbana (hab.)	Índice de atendimento (%)	População urbana atendida (hab.)	Consumo *per capita* (L/hab.dia)	Índice de perdas (%)	Demanda *per capita* (L/hab.dia)	Demanda de água (m³/d)	Demanda de água máxima diária (m³/dia)	Demanda por Reservação (m³/dia)
2017	1.734	100,00	1.734	154,25	23,00	200	347,36	416,84	138,95
2018	1.754	100,00	1.754	154,25	23,00	200	351,37	421,64	140,55
2019	1.768	100,00	1.768	154,04	22,63	199	351,97	422,37	140,79
2020	1.786	100,00	1.786	153,83	22,25	198	353,35	424,02	141,34
2021	1.803	100,00	1.803	153,61	21,88	197	354,51	425,42	141,81
2022	1.816	100,00	1.816	153,40	21,50	195	354,87	425,85	141,95
2023	1.822	100,00	1.822	153,19	21,13	194	353,86	424,63	141,54
2024	1.837	100,00	1.837	152,98	20,75	193	354,59	425,51	141,84
2025	1.853	100,00	1.853	152,76	20,38	192	355,50	426,60	142,20
2026	1.864	100,00	1.864	152,55	20,00	191	355,44	426,53	142,18
2027	1.873	100,00	1.873	152,34	20,00	190	356,66	427,99	142,66
2028	1.884	100,00	1.884	152,13	20,00	190	358,25	429,91	143,30
2029	1.891	100,00	1.891	151,91	20,00	190	359,08	430,90	143,63
2030	1.900	100,00	1.900	151,70	20,00	190	360,29	432,35	144,12
2031	1.911	100,00	1.911	151,49	20,00	189	361,87	434,24	144,75
2032	1.926	100,00	1.926	151,28	20,00	189	364,19	437,03	145,68
2033	1.938	100,00	1.938	151,06	20,00	189	365,95	439,14	146,38
2034	1.946	100,00	1.946	150,85	20,00	189	366,94	440,33	146,78
2035	1.958	100,00	1.958	150,64	20,00	188	368,69	442,42	147,47
2036	1.970	100,00	1.970	150,43	20,00	188	370,42	444,51	148,17
2037	1.979	100,00	1.979	150,21	20,00	188	371,59	445,91	148,64
2038	1.980	100,00	1.980	150,00	20,00	188	371,25	445,50	148,50

Fonte: SHS, 2017.

Quadro 6 - Projeção da demanda futura para Monsenhor Isidro no cenário normativo

Ano	População urbana (hab.)	Índice de atendimento (%)	População urbana atendida (hab.)	Consumo *per capita* (L/hab.dia)	Índice de perdas (%)	Demanda *per capita* (L/hab.dia)	Demanda de água (m³/d)	Demanda de água máxima diária (m³/dia)	Demanda por Reservação (m³/dia)
2017	930	100,00	930	154,25	23,00	200	186,30	223,56	74,52
2018	924	100,00	924	154,25	23,00	200	185,10	222,12	74,04
2019	919	100,00	919	154,04	22,63	199	182,95	219,54	73,18
2020	909	100,00	909	153,83	22,25	198	179,84	215,81	71,94
2021	896	100,00	896	153,61	21,88	197	176,18	211,41	70,47
2022	880	100,00	880	153,40	21,50	195	171,96	206,36	68,79
2023	873	100,00	873	153,19	21,13	194	169,55	203,46	67,82
2024	868	100,00	868	152,98	20,75	193	167,55	201,06	67,02
2025	865	100,00	865	152,76	20,38	192	165,95	199,14	66,38
2026	855	100,00	855	152,55	20,00	191	163,04	195,65	65,22
2027	848	100,00	848	152,34	20,00	190	161,48	193,77	64,59
2028	844	100,00	844	152,13	20,00	190	160,49	192,59	64,20
2029	825	100,00	825	151,91	20,00	190	156,66	187,99	62,66
2030	807	100,00	807	151,70	20,00	190	153,03	183,63	61,21
2031	797	100,00	797	151,49	20,00	189	150,92	181,10	60,37
2032	789	100,00	789	151,28	20,00	189	149,19	179,03	59,68
2033	787	100,00	787	151,06	20,00	189	148,61	178,33	59,44
2034	775	100,00	775	150,85	20,00	189	146,14	175,36	58,45
2035	768	100,00	768	150,64	20,00	188	144,61	173,53	57,84
2036	761	100,00	761	150,43	20,00	188	143,09	171,71	57,24
2037	751	100,00	751	150,21	20,00	188	141,01	169,21	56,40
2038	731	100,00	731	150,00	20,00	188	137,06	164,48	54,83

Fonte: SHS, 2017.

Considerando-se que a oferta não se altere até o horizonte de planejamento, foi realizado o balanço da oferta e demanda do sistema de abastecimento de água, de acordo com a projeção populacional analisada (Quadro 7 e Quadro 8).

Quadro 7 - Balanço da oferta e demanda do SAA para a sede no cenário normativo

Ano	População urbana atendida (hab.)	Oferta de água (m³/d)	Demanda de água (m³/d)	Saldo do balanço (m³/d)	Demanda por Reservação (m³/dia)	Reservação atual (m³)
2017	1.620	604,80	347,36	257,44	138,95	120
2018	1.638	604,80	351,37	253,43	140,55	120
2019	1.690	604,80	351,97	252,83	140,79	120
2020	1.734	604,80	353,35	251,45	141,34	120
2021	1.803	604,80	354,51	250,29	141,81	120
2022	1.816	604,80	354,87	249,93	141,95	120
2023	1.822	604,80	353,86	250,94	141,54	120
2024	1.837	604,80	354,59	250,21	141,84	120
2025	1.853	604,80	355,50	249,30	142,20	120
2026	1.864	604,80	355,44	249,36	142,18	120
2027	1.873	604,80	356,66	248,14	142,66	120
2028	1.884	604,80	358,25	246,55	143,30	120
2029	1.891	604,80	359,08	245,72	143,63	120
2030	1.900	604,80	360,29	244,51	144,12	120
2031	1.911	604,80	361,87	242,93	144,75	120
2032	1.926	604,80	364,19	240,61	145,68	120
2033	1.938	604,80	365,95	238,85	146,38	120
2034	1.946	604,80	366,94	237,86	146,78	120
2035	1.958	604,80	368,69	236,11	147,47	120
2036	1.970	604,80	370,42	234,38	148,17	120
2037	1.979	604,80	371,59	233,21	148,64	120
2038	1.980	604,80	371,25	233,55	148,50	120

Fonte: SHS, 2017.

Quadro 8 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Monsenhor Isidro no cenário normativo

Ano	População urbana atendida (hab.)	Oferta de água (m³/d)	Demanda de água (m³/d)	Saldo do balanço (m³/d)	Demanda por Reservação (m³/dia)	Reservação atual (m³)
2017	869	432,00	186,30	245,70	74,52	80
2018	863	432,00	185,10	246,90	74,04	80
2019	879	432,00	182,95	249,05	73,18	80
2020	882	432,00	179,84	252,16	71,94	80
2021	896	432,00	176,18	255,82	70,47	80
2022	880	432,00	171,96	260,04	68,79	80

Ano	População urbana atendida (hab.)	Oferta de água (m³/d)	Demanda de água (m³/d)	Saldo do balanço (m³/d)	Demanda por Reservação (m³/dia)	Reservação atual (m³)
2023	873	432,00	169,55	262,45	67,82	80
2024	868	432,00	167,55	264,45	67,02	80
2025	865	432,00	165,95	266,05	66,38	80
2026	855	432,00	163,04	268,96	65,22	80
2027	848	432,00	161,48	270,52	64,59	80
2028	844	432,00	160,49	271,51	64,20	80
2029	825	432,00	156,66	275,34	62,66	80
2030	807	432,00	153,03	278,97	61,21	80
2031	797	432,00	150,92	281,08	60,37	80
2032	789	432,00	149,19	282,81	59,68	80
2033	787	432,00	148,61	283,39	59,44	80
2034	775	432,00	146,14	285,86	58,45	80
2035	768	432,00	144,61	287,39	57,84	80
2036	761	432,00	143,09	288,91	57,24	80
2037	751	432,00	141,01	290,99	56,40	80
2038	731	432,00	137,06	294,94	54,83	80

Fonte: SHS, 2017.

Neste novo cenário, foi verificado um aumento no saldo entre a oferta e a demanda de água e as ETAs utilizadas atualmente apresentam capacidade para suprir as demandas futuras de água do município. Apesar disso, a sede continua necessitando de ampliação na capacidade de reservação.

Ressalta-se novamente que o consumo *per capita* do distrito foi estimado e não há valores exatos, mas é sabido que há grande desperdício de água por não haver tarifação, chegando a faltar água na época de seca.

2.1.2. Descrição dos principais mananciais e definição de alternativas técnicas de Engenharia para atendimento da demanda

2.1.2.1. Sede

Atualmente, a captação de água da sede é realizada no córrego Vassouras (UTM 23K 644.153m E; 7.714.013m S). 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.

Conforme a Resolução Conjunta nº 1548, de 29 de março 2012, da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) / Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), em seu artigo 2º, o limite máximo da vazão de captação é de 50% da vazão $Q_{7,10}$ do manancial, ficando garantidos a jusante de cada derivação, fluxos residuais mínimos equivalentes a 50% da vazão $Q_{7,10}$. Sendo assim, foram comparados os valores das vazões outorgável e captada, como é apresentado no Quadro 9.

Quadro 9 - Vazões no manancial utilizado na sede

Manancial	$Q_{7,10}$ (L/s)	$Q_{outorgável}$ (L/s)	$Q_{captada}$ (L/s)
Córrego Vassouras	28,2	14,1	6,4

Fonte: SHS, 2017.

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

A fim de se averiguar o quadro do SAA no futuro, foi realizado um balanço entre a vazão outorgável do manancial utilizados atualmente e a demanda futura de água (Quadro 10).

Quadro 10 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura da sede

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda - Cenário Previsível (L/s)	Demanda - Cenário Normativo (L/s)
	Córrego Vassouras		
2017	14,1	4,0	4,0
2018	14,1	4,1	4,1
2019	14,1	4,1	4,1
2020	14,1	4,1	4,1
2021	14,1	4,2	4,1
2022	14,1	4,2	4,1
2023	14,1	4,2	4,1
2024	14,1	4,3	4,1
2025	14,1	4,3	4,1
2026	14,1	4,3	4,1
2027	14,1	4,3	4,1
2028	14,1	4,4	4,1
2029	14,1	4,4	4,2
2030	14,1	4,4	4,2
2031	14,1	4,4	4,2

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda - Cenário Previsível (L/s)	Demanda - Cenário Normativo (L/s)
	Córrego Vassouras		
2032	14,1	4,5	4,2
2033	14,1	4,5	4,2
2034	14,1	4,5	4,2
2035	14,1	4,5	4,3
2036	14,1	4,6	4,3
2037	14,1	4,6	4,3
2038	14,1	4,6	4,3

Fonte: SHS, 2017.

Como pode ser visto, a demanda de água aumenta ao longo do Plano, porém esse valor não excede o valor da vazão outorgável.

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

Quanto a mananciais alternativos, ao se avaliar, de forma preliminar, as condições de viabilidade econômico-financeira e de segurança no que concerne à qualidade da água, a melhor solução para a captação de água visando ao abastecimento público seria o manancial subterrâneo, visto que seu empreendimento, via de regra, é menos oneroso ao município que a captação superficial feita em locais ermos e distantes dos pontos de tratamento e distribuição.

Também é comum que a qualidade da água do manancial subterrâneo supere a do manancial superficial. Nesse sentido, propõe-se que sejam perfurados poços próximos à ETA ou à captação atual, com o intuito de verificar duas possibilidades:

- a de se manter a captação subterrânea como reserva da superficial, para ser utilizada em casos de emergência ou de contingência (reparos, etc.).

- a de substituição do atual manancial, caso os testes de qualidade e quantidade forem favoráveis.

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

- Proximidade com a sede: o manancial deve se localizar próximo ao município para se reduzir o gasto no sistema de adução, além de diminuir a perda de água durante esse processo.
- Disponibilidade hídrica: a vazão outorgável calculada a partir da $Q_{7,10}$ do manancial deve atender à demanda da população.
- Qualidade da água: a água do manancial deve apresentar qualidade adequada para ser destinada ao consumo humano ainda que demande tratamento, assim, considerou-se:
    - As condições da mata ciliar, que deve estar bem conservada para garantir uma melhor qualidade da água do manancial.
    - O ponto de captação no manancial alternativo, que não deve receber esgotos ou efluentes de indústrias.

Considerando-se esses critérios, foi selecionado um ponto de captação no córrego Bananal. A localização do ponto de captação sugerido é mostrada na Figura 1 e na Figura 2.

Figura 1 - Localização do antigo ponto de captação e o novo ponto proposto para a sede

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2017.

Figura 2 - Visão panorâmica do local proposto para a sede

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2015.

O local mostrado nas figuras fica a 1,8 km de distância da ETA em linha reta. Assim, será preciso verificar as possibilidades de adução de 1,8km até a ETA.

O Quadro 11 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 12.

Quadro 11 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para a sede

Manancial	Coordenadas UTM - Pontos avaliados		Área da bacia de contribuição (km²)	Vazões (L/s)	
	Sul	Leste		$Q_{7,10}$	$Q_{outorgável}$
Córrego Bananal	7.714.143m	645.974m	15,7869	62,16	31,08

Fonte: SHS, 2017.

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

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda - Cenário Previsível (L/s)	Demanda - Cenário Normativo (L/s)
	Córrego Bananal		
2017	31,08	4,0	4,0
2018	31,08	4,1	4,1
2019	31,08	4,1	4,1
2020	31,08	4,1	4,1
2021	31,08	4,2	4,1
2022	31,08	4,2	4,1
2023	31,08	4,2	4,1
2024	31,08	4,3	4,1
2025	31,08	4,3	4,1
2026	31,08	4,3	4,1
2027	31,08	4,3	4,1
2028	31,08	4,4	4,1
2029	31,08	4,4	4,2
2030	31,08	4,4	4,2
2031	31,08	4,4	4,2
2032	31,08	4,5	4,2
2033	31,08	4,5	4,2
2034	31,08	4,5	4,2
2035	31,08	4,5	4,3
2036	31,08	4,6	4,3
2037	31,08	4,6	4,3
2038	31,08	4,6	4,3

Fonte: SHS, 2017.

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 das mesmas.

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, afinal não há monitoramento do IGAM nos cursos propostos.

2.1.2.2. Monsenhor Isidro

No distrito de Monsenhor Isidro, a captação, conhecida por Buraco D'Anta, é feita em dois pontos próximos às coordenadas UTM 23K 642.839m E; 7.721.585m S que totalizam 5,0L/s em média. Assim como no caso da sede, foi feita a comparação

entre a vazão outorgável e a vazão captada, baseando-se na Resolução nº 1548, de 29 de março 2012, da SEMAD e do IGAM, explicado no item 2.1.2.1. O Quadro 13 mostra os resultados obtidos.

Quadro 13 - Vazões no manancial utilizado em Monsenhor Isidro

Manancial	$Q_{7,10}$ (L/s)	$Q_{outorgável}$ (L/s)	$Q_{captada}$
Buraco D'Anta	7,7650	3,8825	5,0L/s

Fonte: SHS, 2017.

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

Para o estudo da capacidade do manancial suprir as demandas futuras, foi feita a comparação entre a vazão outorgável do corpo hídrico e a demanda futura de água do município (Quadro 14).

Quadro 14 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura de Monsenhor Isidro

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda - Cenário Previsível (L/s)	Demanda - Cenário Normativo (L/s)
	Buraco D'Anta		
2017	3,8825	2,2	2,2
2018	3,8825	2,1	2,1
2019	3,8825	2,1	2,1
2020	3,8825	2,1	2,1
2021	3,8825	2,1	2,0
2022	3,8825	2,0	2,0
2023	3,8825	2,0	2,0
2024	3,8825	2,0	1,9
2025	3,8825	2,0	1,9
2026	3,8825	2,0	1,9
2027	3,8825	2,0	1,9
2028	3,8825	2,0	1,9
2029	3,8825	1,9	1,8
2030	3,8825	1,9	1,8
2031	3,8825	1,8	1,7
2032	3,8825	1,8	1,7
2033	3,8825	1,8	1,7
2034	3,8825	1,8	1,7
2035	3,8825	1,8	1,7
2036	3,8825	1,8	1,7
2037	3,8825	1,7	1,6
2038	3,8825	1,7	1,6

Fonte: SHS, 2017.

Como pode ser verificado, a demanda da água diminui ao longo do Plano e o seu valor não ultrapassa a vazão outorgável do manancial, não apresentando risco de escassez hídrica. Ressalta-se novamente que o consumo *per capita* do distrito, consequentemente a demanda, foi estimado e não há valores exatos, mas é sabido que há grande desperdício de água por não haver tarifação, chegando a faltar água na época de seca.

Quanto à análise da qualidade da água do manancial, não foi possível encontrar dados referentes às propriedades da água que corre no trecho desse corpo hídrico pertencente ao distrito de Monsenhor Isidro.

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 esses critérios, foi selecionado um ponto de captação no córrego Rocinha. A localização do ponto de captação sugerido é mostrada na Figura 3 e na Figura 4.

Figura 3 - Localização do novo ponto proposto para Monsenhor Isidro

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2015.

Figura 4 - Visão panorâmica do local proposto para Monsenhor Isidro

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2015.

O local apresentado nas figuras fica a 2 km de distância da ETA. Assim, será preciso verificar a possibilidade de adução de 2 km a ETA.

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

Quadro 15 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para Monsenhor Isidro

Manancial	Coordenadas UTM - Pontos avaliados		Área da bacia de contribuição (km²)	Vazões (L/s)	
	Sul	Leste		$Q_{7,10}$	$Q_{outorgável}$
Córrego Rocinha	7.719.987 m	643.887 m	2,1627	11,52	5,76

Fonte: SHS, 2017.

Quadro 16 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para Monsenhor Isidro e a demanda futura

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda - Cenário Previsível (L/s)	Demanda - Cenário Normativo (L/s)
	Córrego Rocinha		
2017	5,76	2,2	2,2
2018	5,76	2,1	2,1
2019	5,76	2,1	2,1
2020	5,76	2,1	2,1
2021	5,76	2,1	2,0
2022	5,76	2,0	2,0

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda - Cenário Previsível (L/s)	Demanda - Cenário Normativo (L/s)
	Córrego Rocinha		
2023	5,76	2,0	2,0
2024	5,76	2,0	1,9
2025	5,76	2,0	1,9
2026	5,76	2,0	1,9
2027	5,76	2,0	1,9
2028	5,76	2,0	1,9
2029	5,76	1,9	1,8
2030	5,76	1,9	1,8
2031	5,76	1,8	1,7
2032	5,76	1,8	1,7
2033	5,76	1,8	1,7
2034	5,76	1,8	1,7
2035	5,76	1,8	1,7
2036	5,76	1,8	1,7
2037	5,76	1,7	1,6
2038	5,76	1,7	1,6

Fonte: SHS, 2017.

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.

Não há estudos sobre a qualidade do curso proposto no ponto em questão, havendo a necessidade de aferir a qualidade neste ponto, afinal não há monitoramento do IGAM nos cursos propostos.

2.1.2.3. Áreas rurais

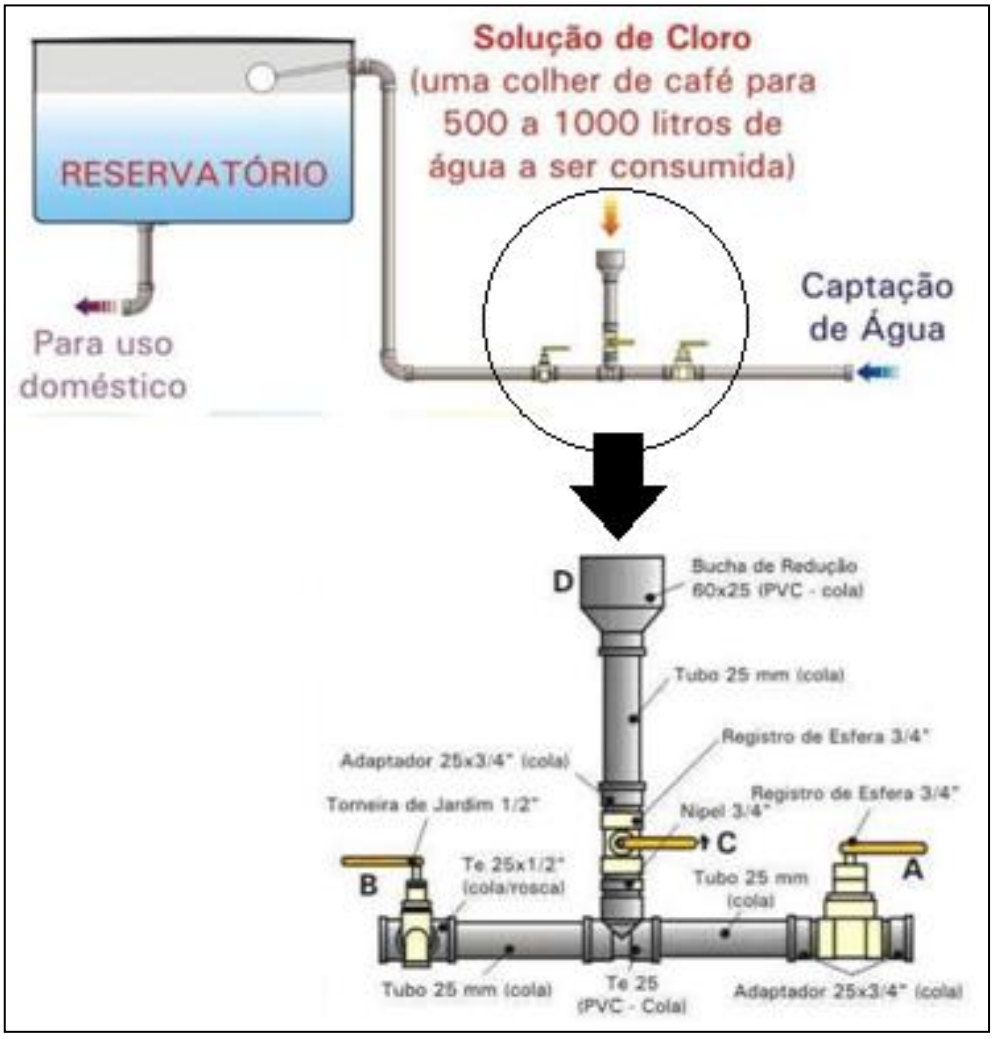
Com relação às alternativas isoladas empregadas nas áreas rurais, como foi levantado no diagnóstico, na maioria dos casos, a água é captada em poços e nascentes e é conduzida diretamente para o abastecimento das residências sem passar por processos de tratamento antes do seu consumo. Nesse caso, é preciso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

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

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

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

Figura 5 - Esquema do sistema de cloração desenvolvido pela Embrapa



Fonte: Embrapa, 2013.

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

Além dos processos adequados de perfuração dos poços, captação e tratamento, deve haver a manutenção adequada dos mesmos. A Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER-MG) recomenda que sejam feitas a limpeza e a desinfecção dos poços ao menos uma vez ao ano.

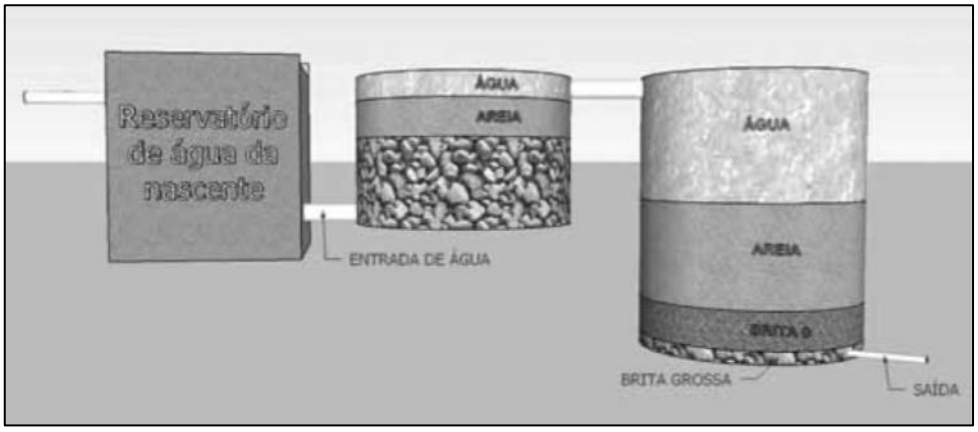
Quanto às captações realizadas em minas, é recomendado que seja implementado um sistema de filtração seguido de desinfecção por cloro. Esse sistema seria composto pelas etapas de captação, reservação da água bruta, pré-filtração, filtração lenta e cloração. A EMATER-MG fornece informações mais detalhadas sobre esse método de tratamento de água.

De acordo com a empresa, após a captação, a água bruta deve ser armazenada em um reservatório. Após a reservação, a água bruta passa pelo processo de pré-filtração. Esse filtro tem como função remover os materiais sólidos e, juntamente com esses 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 grossas. Em relação ao meio poroso, utiliza-se a areia como sua composição. A Figura 6 mostra o esquema completo do sistema de filtração descrito.

Figura 6 - 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. Para a aplicação do cloro, pode-se instalar a estrutura do *Clorador EMBRAPA* apresentado na Figura 5.

2.1.3. Eventos de emergência e contingência

Os sistemas de saneamento básico devem apresentar segurança e estabilidade operacional garantidas. É importante identificar eventos de emergência e contingência para que seja possível antecipar medidas a serem tomadas nessas ocasiões, reduzindo a vulnerabilidade e aumentando a segurança dos sistemas.

A seguir estão listados potenciais eventos de emergência e contingência relacionados ao Sistema de Abastecimento de Água - SAA.

A fim de facilitar a compreensão, esses eventos foram separados em operacionais, de gestão e gerenciamento, e eventos dotados de imprevisibilidade ou imprevisíveis. Note-se que essa separação é puramente didática, uma vez que o bom funcionamento e a durabilidade dos equipamentos e componentes dos sistemas são altamente dependentes da gestão eficiente dos mesmos.

2.1.3.1. Eventos operacionais

- **Ocorrência de danos (rompimento, vazamento, corrosão) no sistema de adução ou distribuição de água**: a ocorrência de danos nas estruturas de adução e

distribuição de água pode levar à interrupção local ou generalizada do abastecimento. Vazamentos frequentes na rede de distribuição de água também implicam aumento do custo do tratamento, uma vez que água tratada é desperdiçada.

- **Ocorrência de avarias em sistemas de bombeamento**: a ocorrência de avarias nas estações elevatórias pode levar à diminuição da vazão de água disponibilizada pelo sistema e até mesmo à interrupção do abastecimento.
- **Rompimento de barramentos em reservatórios**: o rompimento de barramentos em reservatórios pode colocar em risco a segurança da população de entorno e reduzir a disponibilidade hídrica, diminuindo, e até mesmo interrompendo, o abastecimento de água pelo sistema.
- **Ocorrência de acidentes de trabalho nas unidades de captação, tratamento e distribuição de água**: os operadores do SAA estão sujeitos a diversos tipos de acidentes de trabalho, tais como cortes, quedas, choques elétricos, afogamentos, contaminação por produtos químicos, etc.
- **Ocorrência de vazamentos de produtos químicos nas instalações de produção de água**: o vazamento de produtos químicos em uma ETA coloca em risco a segurança e a saúde dos operadores da estação e pode tornar a água imprópria para consumo, implicando na interrupção local ou generalizada na oferta de água potável pelo SAA.
- **Interrupção do fornecimento de energia elétrica nas instalações de captação, tratamento de água ou sistemas de bombeamento**: a interrupção do fornecimento de energia elétrica nas instalações de captação e tratamento pode causar interrupção local ou generalizada da oferta de água potável pelo SAA. Atenta-se para o fato de esse tipo de empreendimento precisar ter um gerador de energia para alimentar o sistema por algumas horas, enquanto é providenciada a retomada do fornecimento.

2.1.3.2. Eventos relacionados à gestão e ao gerenciamento

- **Paralisação de funcionários nas unidades de captação, tratamento e distribuição de água**: a paralisação de funcionários do SAA pode levar à interrupção local ou generalizada do abastecimento de água.

- **Falta de financiamento para o sistema operacional e a realização de manutenções**: a falta de financiamento para o sistema operacional e a realização de manutenções pode levar à interrupção local ou generalizada do abastecimento.
- **Falta de produtos químicos necessários para o funcionamento da ETA**: o mau gerenciamento das compras e do estoque de produtos químicos necessários para o tratamento da água pode acarretar diminuição da eficiência do tratamento, bem como outros possíveis problemas operacionais e até mesmo a interrupção do abastecimento.

2.1.3.3. Eventos imprevisíveis

- **Redução da disponibilidade hídrica em períodos de estiagem além do esperado:** em períodos de seca, a disponibilidade de água nos mananciais superficiais e subterrâneos pode ser reduzida de maneira a interromper, de forma local ou generalizada, o abastecimento de água pelo sistema.
- **Contaminação das fontes (mananciais) de água**: a contaminação da água de um manancial pode levar à necessidade de se realizar alterações no sistema de tratamento ou até mesmo à suspensão do uso do corpo hídrico como fonte de água. Esses fatos podem levar ao aumento do custo e da complexidade do tratamento, bem como à redução da disponibilidade hídrica ou até mesmo à interrupção local ou generalizada do abastecimento.
- **Contaminação no sistema de distribuição da água (reservatórios e rede de distribuição)**: a contaminação da água no sistema de distribuição pode colocar em risco a saúde da população atendida pelo sistema bem como levar à interrupção local ou generalizada do abastecimento de água.
- **Ocorrência de danos às instalações e equipamentos do sistema devido a desastres naturais**: enchentes, escorregamentos e outros desastres naturais podem causar danos às estruturas do SAA, levando à interrupção local ou generalizada do serviço.
- **Ocorrência de incêndios em estabelecimentos e edificações do SAA**: a ocorrência de incêndios no SAA coloca em risco a segurança dos operadores do sistema e da população de entorno, além de poder levar à interrupção local ou generalizada do abastecimento de água.

- **Avarias no gerador de energia**: falta de fornecimento de energia elétrica aos equipamentos do SAA pode levar à interrupção local do abastecimento de água.

2.2. Sistema de Esgotamento Sanitário

2.2.1. Estimativa da demanda de esgotamento sanitário

A fim de se estimar a geração de esgotos no município em um horizonte de planejamento de vinte anos – de 2018 a 2038 – 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 esgotos domésticos através da Equação 3, Equação 4, Equação 5 e Equação 6, apresentadas a seguir.

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

Em que: Q_d = vazão de esgotos domésticos (L/s);
P = população atendida (habitantes);
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 com a estimativa do comprimento da rede de esgotos e taxa de infiltração adotada, foi calculada a evolução da vazão de infiltração.

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

Equação 7

Em que: Q_{inf} = vazão de infiltração (L/s);

L = comprimento da rede de esgotos (km);

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

Por fim, foram calculadas as vazões sanitárias, somando-se as vazões de esgotos e a contribuição de infiltração, como nas equações apresentadas a seguir (Equação 8, Equação 9, Equação 10 e 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

Estimando-se as 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.

Segundo dados de 2015 do SNIS, o consumo médio *per capita* de água é 154,25 L/hab.dia. Adotando-se os coeficientes C = 0,8, k_1 = 1,2; k_2 = 1,5; e k_3 = 0,5 e com base na população prevista a ser atendida pelo sistema de esgotamento sanitário, foram calculadas as vazões de esgotos domésticos. Utilizou-se o índice de atendimento de 61,4% e consumo *per capita* de 154,25 L/hab.dia.

Foram considerados dois cenários para as projeções: o previsível e o normativo. Para o cenário previsível, considerou-se que o consumo de água *per capita* não varia com o passar dos anos, assim como é mantida constante a porcentagem da população atendida em 2017. Para o cenário normativo, considerou-se que o consumo de água *per capita* varia com o passar dos anos, como já apresentado nas projeções do sistema

de abastecimento de água, onde as metas propostas são implantadas no município. Para Itaverava, o consumo diminuirá até atingir o valor de 150 L/hab.dia em 2038.

O Quadro 17 e o Quadro 18 apresentam, respectivamente, os resultados obtidos para a sede e para o distrito de Monsenhor Isidro no cenário previsível.

Quadro 17 - Evolução da vazão de esgoto doméstico da sede de Itaverava no cenário previsível

Ano	População urbana (hab.)	Índice de atendimento (%)	População urbana atendida (hab.)	Consumo *per capita* de água (L/hab.dia)	Vazão esgoto doméstico (L/s)			
					Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2011	1.649	61,40	1.012	154,25	1,18	2,36	2,83	4,24
2012	1.668	61,40	1.024	154,25	1,19	2,38	2,86	4,29
2013	1.684	61,40	1.034	154,25	1,20	2,41	2,89	4,33
2014	1.700	61,40	1.044	154,25	1,21	2,43	2,91	4,37
2015	1.713	61,40	1.052	154,25	1,22	2,45	2,94	4,40
2016	1.721	61,40	1.057	154,25	1,23	2,46	2,95	4,42
2017	1.734	61,40	1.065	154,25	1,24	2,48	2,97	4,46
2018	1.754	61,40	1.077	154,25	1,25	2,51	3,01	4,51
2019	1.768	61,40	1.086	154,25	1,26	2,53	3,03	4,55
2020	1.786	61,40	1.097	154,25	1,28	2,55	3,06	4,59
2021	1.803	61,40	1.107	154,25	1,29	2,58	3,09	4,64
2022	1.816	61,40	1.115	154,25	1,30	2,59	3,11	4,67
2023	1.822	61,40	1.119	154,25	1,30	2,60	3,12	4,68
2024	1.837	61,40	1.128	154,25	1,31	2,62	3,15	4,72
2025	1.853	61,40	1.138	154,25	1,32	2,65	3,18	4,76
2026	1.864	61,40	1.144	154,25	1,33	2,66	3,19	4,79
2027	1.873	61,40	1.150	154,25	1,34	2,68	3,21	4,82
2028	1.884	61,40	1.157	154,25	1,35	2,69	3,23	4,84
2029	1.891	61,40	1.161	154,25	1,35	2,70	3,24	4,86
2030	1.900	61,40	1.167	154,25	1,36	2,71	3,26	4,88
2031	1.911	61,40	1.173	154,25	1,36	2,73	3,28	4,91
2032	1.926	61,40	1.183	154,25	1,38	2,75	3,30	4,95
2033	1.938	61,40	1.190	154,25	1,38	2,77	3,32	4,98
2034	1.946	61,40	1.195	154,25	1,39	2,78	3,34	5,00
2035	1.958	61,40	1.202	154,25	1,40	2,80	3,36	5,03
2036	1.970	61,40	1.210	154,25	1,41	2,81	3,38	5,06
2037	1.979	61,40	1.215	154,25	1,41	2,83	3,39	5,09
2038	1.980	61,40	1.216	154,25	1,41	2,83	3,39	5,09

Fonte: SHS, 2017.

Quadro 18 - Evolução da vazão de esgoto doméstico do distrito de Monsenhor Isidro no cenário previsível

Ano	População urbana (hab.)	Índice de atendimento (%)	População urbana atendida (hab.)	Consumo *per capita* de água (L/hab.dia)	Vazão esgoto doméstico (L/s)			
					Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2011	974	61,40	598	154,25	0,70	1,39	1,67	2,50
2012	969	61,40	595	154,25	0,69	1,38	1,66	2,49
2013	960	61,40	589	154,25	0,69	1,37	1,65	2,47
2014	957	61,40	588	154,25	0,68	1,37	1,64	2,46
2015	942	61,40	578	154,25	0,67	1,35	1,61	2,42
2016	939	61,40	577	154,25	0,67	1,34	1,61	2,41
2017	930	61,40	571	154,25	0,66	1,33	1,59	2,39
2018	924	61,40	567	154,25	0,66	1,32	1,58	2,38
2019	919	61,40	564	154,25	0,66	1,31	1,58	2,36
2020	909	61,40	558	154,25	0,65	1,30	1,56	2,34
2021	896	61,40	550	154,25	0,64	1,28	1,54	2,30
2022	880	61,40	540	154,25	0,63	1,26	1,51	2,26
2023	873	61,40	536	154,25	0,62	1,25	1,50	2,24
2024	868	61,40	533	154,25	0,62	1,24	1,49	2,23
2025	865	61,40	531	154,25	0,62	1,24	1,48	2,22
2026	855	61,40	525	154,25	0,61	1,22	1,47	2,20
2027	848	61,40	521	154,25	0,61	1,21	1,45	2,18
2028	844	61,40	518	154,25	0,60	1,21	1,45	2,17
2029	825	61,40	507	154,25	0,59	1,18	1,41	2,12
2030	807	61,40	495	154,25	0,58	1,15	1,38	2,07
2031	797	61,40	489	154,25	0,57	1,14	1,37	2,05
2032	789	61,40	484	154,25	0,56	1,13	1,35	2,03
2033	787	61,40	483	154,25	0,56	1,12	1,35	2,02
2034	775	61,40	476	154,25	0,55	1,11	1,33	1,99
2035	768	61,40	472	154,25	0,55	1,10	1,32	1,97
2036	761	61,40	467	154,25	0,54	1,09	1,30	1,96
2037	751	61,40	461	154,25	0,54	1,07	1,29	1,93
2038	731	61,40	449	154,25	0,52	1,04	1,25	1,88

Fonte: SHS, 2017.

Para o cálculo das vazões de infiltração, foi adotada uma taxa de infiltração de 0,2 L/s.km (JORDÃO E PESSÔA, 2005). Para a extensão de rede, foi adotado o valor de 3 m de extensão de rede existente por habitante, devido às discrepâncias dos dados oficiais do SNIS que apresenta, para 2012, 2,2 km e, para 2010, 17 km, valores estes considerados irreais.

A extensão prevista (futura) da rede para cada ano foi estimada também considerando-se o incremento da população projetada e uma taxa de crescimento da rede de 3 m/hab. Com base nesses valores, foram obtidas as vazões de infiltração. No

Quadro 19 e no Quadro 20 são apresentados os resultados obtidos para a sede e para Monsenhor Isidro, respectivamente.

Optou-se por apresentar a população desde o ano de 2011 para explicar melhor a evolução da vazão, devido à adoção da extensão da rede em 3 metros por habitante.

Para o distrito de Monsenhor Isidro, não se considerou aumento na extensão da rede devido à diminuição da população, não necessitando assim um aumento na extensão da rede coletora.

Quadro 19 - Evolução da contribuição de infiltração da sede de Itaverava

Ano	População urbana atendida (hab.)	Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
		Existente	Prevista	Total	Taxa (L/s.Km)	Vazão (L/s)
2011	1.012	3.037	0	3.037	0,2	0,61
2012	1.024	3.037	35	3.072	0,2	0,61
2013	1.034	3.072	29	3.102	0,2	0,62
2014	1.044	3.102	29	3.131	0,2	0,63
2015	1.052	3.131	24	3.155	0,2	0,63
2016	1.057	3.155	15	3.170	0,2	0,63
2017	1.065	3.170	24	3.194	0,2	0,64
2018	1.077	3.194	37	3.231	0,2	0,65
2019	1.086	3.231	26	3.257	0,2	0,65
2020	1.097	3.257	33	3.290	0,2	0,66
2021	1.107	3.290	31	3.321	0,2	0,66
2022	1.115	3.321	24	3.345	0,2	0,67
2023	1.119	3.345	11	3.356	0,2	0,67
2024	1.128	3.356	28	3.384	0,2	0,68
2025	1.138	3.384	29	3.413	0,2	0,68
2026	1.144	3.413	20	3.433	0,2	0,69
2027	1.150	3.433	17	3.450	0,2	0,69
2028	1.157	3.450	20	3.470	0,2	0,69
2029	1.161	3.470	13	3.483	0,2	0,70
2030	1.167	3.483	17	3.500	0,2	0,70
2031	1.173	3.500	20	3.520	0,2	0,70
2032	1.183	3.520	28	3.548	0,2	0,71
2033	1.190	3.548	22	3.570	0,2	0,71
2034	1.195	3.570	15	3.585	0,2	0,72
2035	1.202	3.585	22	3.607	0,2	0,72
2036	1.210	3.607	22	3.629	0,2	0,73
2037	1.215	3.629	17	3.645	0,2	0,73
2038	1.216	3.645	2	3.647	0,2	0,73

Fonte: SHS, 2017.

Quadro 20 - Evolução da contribuição de infiltração do distrito de Monsenhor Isidro

Ano	População urbana atendida (hab.)	Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
		Existente	Prevista	Total	Taxa (L/s.Km)	Vazão (L/s)
2011	598	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2012	595	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2013	589	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2014	588	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2015	578	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2016	577	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2017	571	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2018	567	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2019	564	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2020	558	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2021	550	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2022	540	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2023	536	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2024	533	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2025	531	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2026	525	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2027	521	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2028	518	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2029	507	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2030	495	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2031	489	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2032	484	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2033	483	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2034	476	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2035	472	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2036	467	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2037	461	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2038	449	1.794	0	1.794	0,2	0,36

Fonte: SHS, 2017.

Conhecendo-se a vazão de esgotos e de infiltração, foi determinada a vazão sanitária, que é a soma da vazão de esgotos doméstica com a vazão de infiltração. Os valores obtidos para o cenário previsível para a sede e para o distrito de Monsenhor Isidro encontram-se no Quadro 21 e no Quadro 22, respectivamente.

Quadro 21 - Evolução da vazão sanitária para o cenário previsível da sede de Itaverava

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima diária	Máxima horária
2011	598	1,05	1,75	2,03	2,86
2012	595	1,05	1,74	2,02	2,85
2013	589	1,04	1,73	2,00	2,83
2014	588	1,04	1,73	2,00	2,82
2015	578	1,03	1,70	1,97	2,78
2016	577	1,03	1,70	1,97	2,77
2017	1.065	1,85	3,08	3,58	5,07
2018	1.077	1,86	3,11	3,61	5,12
2019	1.086	1,87	3,13	3,64	5,15
2020	1.097	1,88	3,16	3,67	5,20
2021	1.107	1,90	3,18	3,70	5,24
2022	1.115	1,90	3,20	3,72	5,28
2023	1.119	1,91	3,21	3,73	5,29
2024	1.128	1,92	3,23	3,76	5,33
2025	1.138	1,93	3,25	3,78	5,37
2026	1.144	1,94	3,27	3,80	5,40
2027	1.150	1,95	3,28	3,82	5,42
2028	1.157	1,95	3,30	3,84	5,45
2029	1.161	1,96	3,31	3,85	5,47
2030	1.167	1,96	3,32	3,86	5,49
2031	1.173	1,97	3,34	3,88	5,52
2032	1.183	1,98	3,36	3,91	5,56
2033	1.190	1,99	3,38	3,93	5,59
2034	1.195	2,00	3,39	3,94	5,61
2035	1.202	2,01	3,40	3,96	5,64
2036	1.210	2,01	3,42	3,98	5,67
2037	1.215	2,02	3,43	4,00	5,70
2038	1.216	2,02	3,44	4,00	5,70

Fonte: SHS, 2017.

Quadro 22 - Evolução da vazão sanitária para o cenário previsível do distrito de Monsenhor Isidro

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima diária	Máxima horária
2011	598	1,05	1,75	2,03	2,86
2012	595	1,05	1,74	2,02	2,85
2013	589	1,04	1,73	2,00	2,83
2014	588	1,04	1,73	2,00	2,82
2015	578	1,03	1,70	1,97	2,78
2016	577	1,03	1,70	1,97	2,77
2017	571	1,02	1,69	1,95	2,75
2018	567	1,02	1,68	1,94	2,73
2019	564	1,02	1,67	1,93	2,72
2020	558	1,01	1,66	1,92	2,70
2021	550	1,00	1,64	1,89	2,66
2022	540	0,99	1,62	1,87	2,62
2023	536	0,98	1,61	1,86	2,60
2024	533	0,98	1,60	1,85	2,59
2025	531	0,98	1,59	1,84	2,58
2026	525	0,97	1,58	1,82	2,56
2027	521	0,96	1,57	1,81	2,54
2028	518	0,96	1,56	1,81	2,53
2029	507	0,95	1,54	1,77	2,48
2030	495	0,94	1,51	1,74	2,43
2031	489	0,93	1,50	1,72	2,41
2032	484	0,92	1,49	1,71	2,39
2033	483	0,92	1,48	1,71	2,38
2034	476	0,91	1,47	1,69	2,35
2035	472	0,91	1,46	1,68	2,33
2036	467	0,90	1,45	1,66	2,32
2037	461	0,90	1,43	1,65	2,29
2038	449	0,88	1,40	1,61	2,24

Fonte: SHS, 2017.

A partir da vazão sanitária, é possível calcular a estimativa de carga orgânica bruta e concentração inicial de DBO e coliformes fecais (termotolerantes). Segundo Von Sperling (2014), para esgotos predominantemente domésticos, é adotado como contribuição de carga orgânica *per capita* de DBO o valor de 54 gDBO/hab.dia. Com base nesse valor e na estimativa populacional e de vazão para o período, é possível calcular a carga orgânica bruta (Equação 12) e a concentração inicial de DBO (Equação 13) para cada ano do cenário previsível.

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

Equação 12

$$Concentração\ inicial\ de\ DBO = \frac{Carga\ orgânica}{Vazão}$$

Equação 13

Os resultados para o cenário previsível de Itaverava são apresentados, respectivamente, no Quadro 23 e no Quadro 24.

Quadro 23 - Evolução da carga orgânica bruta e concentração inicial de DBO para o cenário previsível da sede de Itaverava

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária média (L/s)	Vazão sanitária média (m³/d)	Contribuição *per capita* de DBO (gDBO/hab.dia)	Carga de DBO (kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)
2011	1.012	2,96	255,97	54	54,67	213,59
2012	1.024	2,99	258,32	54	55,30	214,09
2013	1.034	3,01	260,29	54	55,83	214,51
2014	1.044	3,04	262,27	54	56,37	214,92
2015	1.052	3,05	263,87	54	56,80	215,24
2016	1.057	3,07	264,86	54	57,06	215,44
2017	1.065	3,08	266,46	54	57,49	215,76
2018	1.077	3,11	268,93	54	58,16	216,25
2019	1.086	3,13	270,66	54	58,62	216,58
2020	1.097	3,16	272,88	54	59,22	217,01
2021	1.107	3,18	274,98	54	59,78	217,40
2022	1.115	3,20	276,58	54	60,21	217,70
2023	1.119	3,21	277,32	54	60,41	217,83
2024	1.128	3,23	279,17	54	60,91	218,17
2025	1.138	3,25	281,15	54	61,44	218,53
2026	1.144	3,27	282,50	54	61,80	218,77
2027	1.150	3,28	283,62	54	62,10	218,96
2028	1.157	3,30	284,97	54	62,47	219,20
2029	1.161	3,31	285,84	54	62,70	219,35
2030	1.167	3,32	286,95	54	63,00	219,54
2031	1.173	3,34	288,30	54	63,36	219,77
2032	1.183	3,36	290,16	54	63,86	220,08
2033	1.190	3,38	291,64	54	64,26	220,33
2034	1.195	3,39	292,62	54	64,52	220,49
2035	1.202	3,40	294,10	54	64,92	220,74
2036	1.210	3,42	295,59	54	65,32	220,98
2037	1.215	3,43	296,70	54	65,62	221,15
2038	1.216	3,44	296,82	54	65,65	221,17

Fonte: SHS, 2017.

Quadro 24 - Evolução da carga orgânica bruta e concentração inicial de DBO para o cenário previsível do distrito de Monsenhor Isidro

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária média (L/s)	Vazão sanitária média (m³/d)	Contribuição per capita de DBO (gDBO/hab.dia)	Carga de DBO (kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)
2011	598	1,75	151,19	54	32,29	213,59
2012	595	1,74	150,58	54	32,13	213,37
2013	589	1,73	149,47	54	31,83	212,96
2014	588	1,73	149,10	54	31,73	212,82
2015	578	1,70	147,24	54	31,23	212,12
2016	577	1,70	146,87	54	31,13	211,97
2017	571	1,69	145,76	54	30,84	211,54
2018	567	1,68	145,02	54	30,64	211,25
2019	564	1,67	144,41	54	30,47	211,00
2020	558	1,66	143,17	54	30,14	210,51
2021	550	1,64	141,57	54	29,71	209,85
2022	540	1,62	139,59	54	29,18	209,02
2023	536	1,61	138,73	54	28,95	208,64
2024	533	1,60	138,11	54	28,78	208,38
2025	531	1,59	137,74	54	28,68	208,21
2026	525	1,58	136,51	54	28,35	207,67
2027	521	1,57	135,65	54	28,12	207,28
2028	518	1,56	135,15	54	27,98	207,05
2029	507	1,54	132,81	54	27,35	205,97
2030	495	1,51	130,59	54	26,76	204,90
2031	489	1,50	129,35	54	26,43	204,29
2032	484	1,49	128,36	54	26,16	203,79
2033	483	1,48	128,12	54	26,09	203,67
2034	476	1,47	126,64	54	25,70	202,91
2035	472	1,46	125,77	54	25,46	202,46
2036	467	1,45	124,91	54	25,23	202,00
2037	461	1,43	123,68	54	24,90	201,33
2038	449	1,40	121,21	54	24,24	199,96

Fonte: SHS, 2017.

Através da Equação 14 e da Equação 15 calcula-se a carga de DBO removida e a concentração removida de DBO para cada ano do cenário previsível.

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

Equação 14

$$Concentração\ final\ de\ DBO = \frac{Carga\ DBO\ removida}{Vazão}$$

Equação 15

O Quadro 25 apresenta a evolução da carga removida de DBO e concentração removida de DBO para o cenário previsível, considerando 70% de eficiência de remoção.

Quadro 25 - Evolução da carga orgânica removida e concentração removida de DBO para o cenário previsível da sede de Itaverava

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária média (L/s)	Carga removida de DBO (kg/dia), considerando eficiência típica de remoção de 70%	Concentração removida de DBO (mg/L), considerando eficiência típica de remoção de 70%
2011	1.012	2,96	38,27	149,52
2012	1.024	2,99	38,71	149,87
2013	1.034	3,01	39,08	150,16
2014	1.044	3,04	39,46	150,44
2015	1.052	3,05	39,76	150,67
2016	1.057	3,07	39,94	150,81
2017	1.065	3,08	40,24	151,03
2018	1.077	3,11	40,71	151,37
2019	1.086	3,13	41,03	151,61
2020	1.097	3,16	41,45	151,90
2021	1.107	3,18	41,85	152,18
2022	1.115	3,20	42,15	152,39
2023	1.119	3,21	42,29	152,48
2024	1.128	3,23	42,64	152,72
2025	1.138	3,25	43,01	152,97
2026	1.144	3,27	43,26	153,14
2027	1.150	3,28	43,47	153,27
2028	1.157	3,30	43,73	153,44
2029	1.161	3,31	43,89	153,54
2030	1.167	3,32	44,10	153,68
2031	1.173	3,34	44,35	153,84
2032	1.183	3,36	44,70	154,06
2033	1.190	3,38	44,98	154,23
2034	1.195	3,39	45,17	154,35
2035	1.202	3,40	45,44	154,52
2036	1.210	3,42	45,72	154,68
2037	1.215	3,43	45,93	154,81
2038	1.216	3,44	45,95	154,82
2011	1.012	2,96	38,27	149,52

Fonte: SHS, 2017.

Quadro 26 - Evolução da carga orgânica removida e concentração removida de DBO para o cenário previsível do distrito de Monsenhor do Isidro

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária média (L/s)	Carga removida de DBO (kg/dia), considerando eficiência típica de remoção de 70%	Concentração removida de DBO (mg/L), considerando eficiência típica de remoção de 70%
2011	598	1,75	22,61	149,52
2012	595	1,74	22,49	149,36
2013	589	1,73	22,28	149,07
2014	588	1,73	22,21	148,97
2015	578	1,70	21,86	148,48
2016	577	1,70	21,79	148,38
2017	571	1,69	21,58	148,08
2018	567	1,68	21,45	147,87
2019	564	1,67	21,33	147,70
2020	558	1,66	21,10	147,35
2021	550	1,64	20,80	146,89
2022	540	1,62	20,42	146,31
2023	536	1,61	20,26	146,05
2024	533	1,60	20,15	145,86
2025	531	1,59	20,08	145,75
2026	525	1,58	19,84	145,37
2027	521	1,57	19,68	145,09
2028	518	1,56	19,59	144,94
2029	507	1,54	19,15	144,18
2030	495	1,51	18,73	143,43
2031	489	1,50	18,50	143,00
2032	484	1,49	18,31	142,66
2033	483	1,48	18,27	142,57
2034	476	1,47	17,99	142,04
2035	472	1,46	17,82	141,72
2036	467	1,45	17,66	141,40
2037	461	1,43	17,43	140,93
2038	449	1,40	16,97	139,97

Fonte: SHS, 2017.

Ainda segundo Von Sperling (2014), 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 esse cálculo o valor de 10^{11} org/hab.dia. Com base nesse valor e na estimativa populacional e de vazão para o período, é possível calcular a carga orgânica bruta de coliformes fecais termotolerantes (CFT) para cada ano do cenário previsível.

$$Carga\ bruta\ de\ CFT = População\ x\ Carga\ \ per\ capita$$

Equação 16

$$Concentração\ \ inicial\ de\ CFT\ = \frac{Carga\ bruta\ de\ CFT}{Vazão}$$

Equação 17

Os resultados obtidos, a partir desses cálculos, para o cenário previsível para a sede e para o distrito do município em questão estão apresentados no Quadro 27 e no Quadro 28, respectivamente.

Quadro 27 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais termotolerantes para o cenário previsível da sede de Itaverava

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária média (L/s)	Vazão sanitária média (m³/d)	Contribuição *per capita* de coliformes termotolerantes (org/hab.dia)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração (org/100 mL)
2011	1.012	2,96	255,97	1,00E+11	1,01E+14	3,96E+07
2012	1.024	2,99	258,32	1,00E+11	1,02E+14	3,96E+07
2013	1.034	3,01	260,29	1,00E+11	1,03E+14	3,97E+07
2014	1.044	3,04	262,27	1,00E+11	1,04E+14	3,98E+07
2015	1.052	3,05	263,87	1,00E+11	1,05E+14	3,99E+07
2016	1.057	3,07	264,86	1,00E+11	1,06E+14	3,99E+07
2017	1.065	3,08	266,46	1,00E+11	1,06E+14	4,00E+07
2018	1.077	3,11	268,93	1,00E+11	1,08E+14	4,00E+07
2019	1.086	3,13	270,66	1,00E+11	1,09E+14	4,01E+07
2020	1.097	3,16	272,88	1,00E+11	1,10E+14	4,02E+07
2021	1.107	3,18	274,98	1,00E+11	1,11E+14	4,03E+07
2022	1.115	3,20	276,58	1,00E+11	1,12E+14	4,03E+07
2023	1.119	3,21	277,32	1,00E+11	1,12E+14	4,03E+07
2024	1.128	3,23	279,17	1,00E+11	1,13E+14	4,04E+07
2025	1.138	3,25	281,15	1,00E+11	1,14E+14	4,05E+07
2026	1.144	3,27	282,50	1,00E+11	1,14E+14	4,05E+07
2027	1.150	3,28	283,62	1,00E+11	1,15E+14	4,05E+07
2028	1.157	3,30	284,97	1,00E+11	1,16E+14	4,06E+07
2029	1.161	3,31	285,84	1,00E+11	1,16E+14	4,06E+07
2030	1.167	3,32	286,95	1,00E+11	1,17E+14	4,07E+07
2031	1.173	3,34	288,30	1,00E+11	1,17E+14	4,07E+07
2032	1.183	3,36	290,16	1,00E+11	1,18E+14	4,08E+07
2033	1.190	3,38	291,64	1,00E+11	1,19E+14	4,08E+07
2034	1.195	3,39	292,62	1,00E+11	1,19E+14	4,08E+07
2035	1.202	3,40	294,10	1,00E+11	1,20E+14	4,09E+07
2036	1.210	3,42	295,59	1,00E+11	1,21E+14	4,09E+07
2037	1.215	3,43	296,70	1,00E+11	1,22E+14	4,10E+07
2038	1.216	3,44	296,82	1,00E+11	1,22E+14	4,10E+07

Fonte: SHS, 2017.

Quadro 28 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais termotolerantes para o cenário previsível do distrito de Monsenhor Isidro

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária média (L/s)	Vazão sanitária média (m³/d)	Contribuição *per capita* de coliformes termotolerantes (org/hab.dia)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração (org/100 mL)
2011	598	1,75	151,19	1,00E+11	5,98E+13	3,96E+07
2012	595	1,74	150,58	1,00E+11	5,95E+13	3,95E+07
2013	589	1,73	149,47	1,00E+11	5,89E+13	3,94E+07
2014	588	1,73	149,10	1,00E+11	5,88E+13	3,94E+07
2015	578	1,70	147,24	1,00E+11	5,78E+13	3,93E+07
2016	577	1,70	146,87	1,00E+11	5,77E+13	3,93E+07
2017	571	1,69	145,76	1,00E+11	5,71E+13	3,92E+07
2018	567	1,68	145,02	1,00E+11	5,67E+13	3,91E+07
2019	564	1,67	144,41	1,00E+11	5,64E+13	3,91E+07
2020	558	1,66	143,17	1,00E+11	5,58E+13	3,90E+07
2021	550	1,64	141,57	1,00E+11	5,50E+13	3,89E+07
2022	540	1,62	139,59	1,00E+11	5,40E+13	3,87E+07
2023	536	1,61	138,73	1,00E+11	5,36E+13	3,86E+07
2024	533	1,60	138,11	1,00E+11	5,33E+13	3,86E+07
2025	531	1,59	137,74	1,00E+11	5,31E+13	3,86E+07
2026	525	1,58	136,51	1,00E+11	5,25E+13	3,85E+07
2027	521	1,57	135,65	1,00E+11	5,21E+13	3,84E+07
2028	518	1,56	135,15	1,00E+11	5,18E+13	3,83E+07
2029	507	1,54	132,81	1,00E+11	5,07E+13	3,81E+07
2030	495	1,51	130,59	1,00E+11	4,95E+13	3,79E+07
2031	489	1,50	129,35	1,00E+11	4,89E+13	3,78E+07
2032	484	1,49	128,36	1,00E+11	4,84E+13	3,77E+07
2033	483	1,48	128,12	1,00E+11	4,83E+13	3,77E+07
2034	476	1,47	126,64	1,00E+11	4,76E+13	3,76E+07
2035	472	1,46	125,77	1,00E+11	4,72E+13	3,75E+07
2036	467	1,45	124,91	1,00E+11	4,67E+13	3,74E+07
2037	461	1,43	123,68	1,00E+11	4,61E+13	3,73E+07
2038	449	1,40	121,21	1,00E+11	4,49E+13	3,70E+07

Fonte: SHS, 2017.

Calcula-se através da Equação 18 e Equação 19, a carga removida de coliformes fecais termotolerantes (CFT) e sua concentração.

$$Carga\ removida\ de\ CFT = População\ x\ Carga\ \ per\ capita$$

Equação 18

$$Concentração\ removida\ \ de\ CFT = \frac{Carga\ removida\ de\ CFT}{Vazão}$$

Equação 19

O Quadro 29 e o Quadro 30 apresenta a evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes para o cenário previsível, considerando 99,9% de eficiência de remoção, tanto para sede de Itaverava quanto para o distrito Monsenhor Isidro.

Quadro 29 - Evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes para o cenário previsível da sede de Itaverava

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária média (L/s)	Carga removida de coliformes, considerando 99,9% de eficiência de remoção (org/dia)	Concentração removida de coliformes (org/100mL), considerando 99,9% de eficiência de remoção
2011	1.012	2,96	1,011E+14	3,951E+07
2012	1.024	2,99	1,023E+14	3,961E+07
2013	1.034	3,01	1,033E+14	3,968E+07
2014	1.044	3,04	1,043E+14	3,976E+07
2015	1.052	3,05	1,051E+14	3,982E+07
2016	1.057	3,07	1,056E+14	3,986E+07
2017	1.065	3,08	1,064E+14	3,992E+07
2018	1.077	3,11	1,076E+14	4,001E+07
2019	1.086	3,13	1,084E+14	4,007E+07
2020	1.097	3,16	1,096E+14	4,015E+07
2021	1.107	3,18	1,106E+14	4,022E+07
2022	1.115	3,20	1,114E+14	4,027E+07
2023	1.119	3,21	1,118E+14	4,030E+07
2024	1.128	3,23	1,127E+14	4,036E+07
2025	1.138	3,25	1,137E+14	4,043E+07
2026	1.144	3,27	1,143E+14	4,047E+07
2027	1.150	3,28	1,149E+14	4,051E+07
2028	1.157	3,30	1,156E+14	4,055E+07
2029	1.161	3,31	1,160E+14	4,058E+07
2030	1.167	3,32	1,165E+14	4,061E+07
2031	1.173	3,34	1,172E+14	4,066E+07
2032	1.183	3,36	1,181E+14	4,072E+07
2033	1.190	3,38	1,189E+14	4,076E+07
2034	1.195	3,39	1,194E+14	4,079E+07
2035	1.202	3,40	1,201E+14	4,084E+07
2036	1.210	3,42	1,208E+14	4,088E+07
2037	1.215	3,43	1,214E+14	4,091E+07
2038	1.216	3,44	1,215E+14	4,092E+07

Fonte: SHS, 2017.

Quadro 30 - Evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes para o cenário previsível do distrito de Monsenhor Isidro

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária média (L/s)	Carga removida de coliformes, considerando 99,9% de eficiência de remoção (org/dia)	Concentração removida de coliformes (org/100mL), considerando 99,9% de eficiência de remoção
2011	598	1,75	5,974E+13	3,951E+07
2012	595	1,74	5,944E+13	3,947E+07
2013	589	1,73	5,889E+13	3,940E+07
2014	588	1,73	5,870E+13	3,937E+07
2015	578	1,70	5,778E+13	3,924E+07
2016	577	1,70	5,760E+13	3,921E+07
2017	571	1,69	5,704E+13	3,914E+07
2018	567	1,68	5,668E+13	3,908E+07
2019	564	1,67	5,637E+13	3,904E+07
2020	558	1,66	5,576E+13	3,894E+07
2021	550	1,64	5,496E+13	3,882E+07
2022	540	1,62	5,398E+13	3,867E+07
2023	536	1,61	5,355E+13	3,860E+07
2024	533	1,60	5,324E+13	3,855E+07
2025	531	1,59	5,306E+13	3,852E+07
2026	525	1,58	5,244E+13	3,842E+07
2027	521	1,57	5,202E+13	3,835E+07
2028	518	1,56	5,177E+13	3,830E+07
2029	507	1,54	5,060E+13	3,810E+07
2030	495	1,51	4,950E+13	3,791E+07
2031	489	1,50	4,889E+13	3,779E+07
2032	484	1,49	4,840E+13	3,770E+07
2033	483	1,48	4,827E+13	3,768E+07
2034	476	1,47	4,754E+13	3,754E+07
2035	472	1,46	4,711E+13	3,745E+07
2036	467	1,45	4,668E+13	3,737E+07
2037	461	1,43	4,607E+13	3,725E+07
2038	449	1,40	4,484E+13	3,699E+07

Fonte: SHS, 2017.

Do Quadro 23 ao Quadro 30, apresentou-se a carga orgânica bruta em termos de DBO e concentração inicial de DBO, além de contribuição *per capita* de coliformes fecais termotolerantes, carga inicial de coliformes e concentração inicial de coliformes.

O Quadro 31 e o Quadro 32 apresentam os resultados obtidos das vazões de esgotos domésticos de Itaverava (sede e distrito) para o cenário normativo, no qual o

consumo *per capita* de água varia de acordo com o passar dos anos, como já apresentado nas projeções do sistema de abastecimento de água.

Quadro 31 - Evolução da vazão de esgotos domésticos para o cenário normativo da sede do município de Itaverava

Ano	População urbana (hab.)	Índice de atendimento (%)	População urbana atendida (hab.)	Consumo *per capita* de água (L/hab.dia)	Vazão esgoto doméstico (L/s)			
					Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2011	1.649	61,40	1.012	154,00	1,18	2,35	2,82	4,23
2012	1.668	61,40	1.024	154,00	1,19	2,38	2,85	4,28
2013	1.684	61,40	1.034	154,00	1,20	2,40	2,88	4,32
2014	1.700	61,40	1.044	154,00	1,21	2,42	2,91	4,36
2015	1.713	61,40	1.052	154,00	1,22	2,44	2,93	4,40
2016	1.721	61,40	1.057	154,00	1,23	2,45	2,94	4,42
2017	1.734	61,40	1.065	154,25	1,24	2,48	2,97	4,46
2018	1.754	65,69	1.152	154,00	1,25	2,50	3,00	4,50
2019	1.768	69,98	1.237	153,50	1,26	2,51	3,02	4,52
2020	1.786	74,27	1.326	153,00	1,27	2,53	3,04	4,55
2021	1.803	78,56	1.416	152,50	1,27	2,55	3,06	4,58
2022	1.816	82,84	1.504	152,00	1,28	2,56	3,07	4,60
2023	1.822	87,13	1.588	151,50	1,28	2,56	3,07	4,60
2024	1.837	91,42	1.679	151,00	1,28	2,57	3,08	4,62
2025	1.853	95,71	1.774	150,50	1,29	2,58	3,10	4,65
2026	1.864	100,00	1.864	150,00	1,29	2,59	3,11	4,66
2027	1.873	100,00	1.873	150,00	1,30	2,60	3,12	4,68
2028	1.884	100,00	1.884	150,00	1,31	2,62	3,14	4,71
2029	1.891	100,00	1.891	150,00	1,31	2,63	3,15	4,73
2030	1.900	100,00	1.900	150,00	1,32	2,64	3,17	4,75
2031	1.911	100,00	1.911	150,00	1,33	2,65	3,19	4,78
2032	1.926	100,00	1.926	150,00	1,34	2,68	3,21	4,82
2033	1.938	100,00	1.938	150,00	1,35	2,69	3,23	4,85
2034	1.946	100,00	1.946	150,00	1,35	2,70	3,24	4,87
2035	1.958	100,00	1.958	150,00	1,36	2,72	3,26	4,90
2036	1.970	100,00	1.970	150,00	1,37	2,74	3,28	4,93
2037	1.979	100,00	1.979	150,00	1,37	2,75	3,30	4,95
2038	1.980	100,00	1.980	150,00	1,38	2,75	3,30	4,95

Fonte: SHS, 2017.

Quadro 32 - Evolução da vazão de esgotos domésticos para o cenário normativo do distrito de Monsenhor Isidro

Ano	População urbana (hab.)	Índice de atendimento (%)	População urbana atendida (hab.)	Consumo *per capita* de água (L/hab.dia)	Vazão esgoto doméstico (L/s)			
					Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2011	974	61,40	598	154,25	0,70	1,39	1,67	2,50
2012	969	61,40	595	154,25	0,69	1,38	1,66	2,49
2013	960	61,40	589	154,25	0,69	1,37	1,65	2,47
2014	957	61,40	588	154,25	0,68	1,37	1,64	2,46
2015	942	61,40	578	154,25	0,67	1,35	1,61	2,42
2016	939	61,40	577	154,25	0,67	1,34	1,61	2,41
2017	930	61,40	571	154,25	0,66	1,33	1,59	2,39
2018	924	65,69	607	154,00	0,66	1,32	1,58	2,37
2019	919	69,98	643	153,50	0,65	1,31	1,57	2,35
2020	909	74,27	675	153,00	0,64	1,29	1,55	2,32
2021	896	78,56	704	152,50	0,63	1,27	1,52	2,28
2022	880	82,84	729	152,00	0,62	1,24	1,49	2,23
2023	873	87,13	761	151,50	0,61	1,22	1,47	2,20
2024	868	91,42	794	151,00	0,61	1,21	1,46	2,18
2025	865	95,71	828	150,50	0,60	1,21	1,45	2,17
2026	855	100,00	855	150,00	0,59	1,19	1,43	2,14
2027	848	100,00	848	150,00	0,59	1,18	1,41	2,12
2028	844	100,00	844	150,00	0,59	1,17	1,41	2,11
2029	825	100,00	825	150,00	0,57	1,15	1,38	2,06
2030	807	100,00	807	150,00	0,56	1,12	1,35	2,02
2031	797	100,00	797	150,00	0,55	1,11	1,33	1,99
2032	789	100,00	789	150,00	0,55	1,10	1,32	1,97
2033	787	100,00	787	150,00	0,55	1,09	1,31	1,97
2034	775	100,00	775	150,00	0,54	1,08	1,29	1,94
2035	768	100,00	768	150,00	0,53	1,07	1,28	1,92
2036	761	100,00	761	150,00	0,53	1,06	1,27	1,90
2037	751	100,00	751	150,00	0,52	1,04	1,25	1,88
2038	731	100,00	731	150,00	0,51	1,02	1,22	1,83

Fonte: SHS, 2017.

Os valores das vazões de infiltração para o cenário normativo variam se comparados com os valores do cenário previsível, pois dependem do número de habitantes que são atendidos pelo sistema de esgotamento sanitário. Assim, os valores obtidos das vazões de infiltração para o cenário normativo da sede e do distrito encontram-se no Quadro 33 e no Quadro 34.

Quadro 33 - Evolução da vazão de infiltração para o cenário normativo da sede do município de Itaverava

Ano	População urbana atendida (hab.)	Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
		Existente	Prevista	Total	Taxa (L/s.Km)	Vazão (L/s)
2011	1.012	3.037	0	3.037	0,2	0,61
2012	1.024	3.037	35	3.072	0,2	0,61
2013	1.034	3.072	29	3.102	0,2	0,62
2014	1.044	3.102	29	3.131	0,2	0,63
2015	1.052	3.131	24	3.155	0,2	0,63
2016	1.057	3.155	15	3.170	0,2	0,63
2017	1.065	3.170	24	3.194	0,2	0,64
2018	1.303	3.194	714	3.908	0,2	0,78
2019	1.541	3.908	714	4.622	0,2	0,92
2020	1.786	4.622	736	5.358	0,2	1,07
2021	1.803	5.358	51	5.409	0,2	1,08
2022	1.816	5.409	39	5.448	0,2	1,09
2023	1.822	5.448	18	5.466	0,2	1,09
2024	1.837	5.466	45	5.511	0,2	1,10
2025	1.853	5.511	48	5.559	0,2	1,11
2026	1.864	5.559	33	5.592	0,2	1,12
2027	1.873	5.592	27	5.619	0,2	1,12
2028	1.884	5.619	33	5.652	0,2	1,13
2029	1.891	5.652	21	5.673	0,2	1,13
2030	1.900	5.673	27	5.700	0,2	1,14
2031	1.911	5.700	33	5.733	0,2	1,15
2032	1.926	5.733	45	5.778	0,2	1,16
2033	1.938	5.778	36	5.814	0,2	1,16
2034	1.946	5.814	24	5.838	0,2	1,17
2035	1.958	5.838	36	5.874	0,2	1,17
2036	1.970	5.874	36	5.910	0,2	1,18
2037	1.979	5.910	27	5.937	0,2	1,19
2038	1.980	5.937	3	5.940	0,2	1,19

Fonte: SHS, 2017.

Para o distrito de Monsenhor Isidro, o índice de atendimento para os anos de 2018 a 2026 aumenta devido ao aumento da população, assim houve acréscimo na extensão de rede para esses anos. Nos demais anos, a extensão da rede é zero, devido à diminuição da população.

Quadro 34 - Evolução da vazão de infiltração para o cenário normativo do distrito de Monsenhor Isidro

Ano	População urbana atendida (hab.)	Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
		Existente	Prevista	Total	Taxa (L/s.Km)	Vazão (L/s)
2011	598	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2012	595	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2013	589	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2014	588	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2015	578	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2016	577	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2017	571	1.794	0	1.794	0,2	0,36
2018	607	1.794	108	1.902	0,2	0,38
2019	643	1.902	108	2.010	0,2	0,40
2020	675	2.010	96	2.106	0,2	0,42
2021	704	2.106	86	2.193	0,2	0,44
2022	729	2.193	76	2.268	0,2	0,45
2023	761	2.268	95	2.363	0,2	0,47
2024	794	2.363	99	2.462	0,2	0,49
2025	828	2.462	103	2.565	0,2	0,51
2026	855	2.565	81	2.646	0,2	0,53
2027	848	2.646	0	2.646	0,2	0,53
2028	844	2.646	0	2.646	0,2	0,53
2029	825	2.646	0	2.646	0,2	0,53
2030	807	2.646	0	2.646	0,2	0,53
2031	797	2.646	0	2.646	0,2	0,53
2032	789	2.646	0	2.646	0,2	0,53
2033	787	2.646	0	2.646	0,2	0,53
2034	775	2.646	0	2.646	0,2	0,53
2035	768	2.646	0	2.646	0,2	0,53
2036	761	2.646	0	2.646	0,2	0,53
2037	751	2.646	0	2.646	0,2	0,53
2038	731	2.646	0	2.646	0,2	0,53

Fonte: SHS, 2017.

Conhecendo-se a vazão de esgotos e de infiltração, foi determinada a vazão sanitária, que é a soma da vazão de esgotos doméstica com a vazão de infiltração. Os valores obtidos para o cenário normativo do município encontram-se no Quadro 35 e no Quadro 36.

Quadro 35 - Evolução da vazão sanitária para o cenário normativo da sede do município de Itaverava

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2011	1.012	1,78	2,96	3,43	4,84
2012	1.024	1,80	2,99	3,47	4,90
2013	1.034	1,82	3,02	3,50	4,94
2014	1.044	1,84	3,05	3,54	4,99
2015	1.052	1,85	3,07	3,56	5,03
2016	1.057	1,86	3,09	3,58	5,05
2017	1.065	1,88	3,12	3,61	5,10
2018	1.152	1,94	3,19	3,69	5,19
2019	1.237	2,00	3,26	3,76	5,27
2020	1.326	2,06	3,33	3,83	5,35
2021	1.416	2,12	3,40	3,90	5,43
2022	1.504	2,18	3,46	3,97	5,50
2023	1.588	2,23	3,51	4,02	5,55
2024	1.679	2,29	3,58	4,09	5,63
2025	1.774	2,36	3,65	4,16	5,71
2026	1.864	2,41	3,71	4,23	5,78
2027	1.873	2,42	3,73	4,25	5,81
2028	1.884	2,44	3,75	4,27	5,84
2029	1.891	2,45	3,76	4,29	5,86
2030	1.900	2,46	3,78	4,31	5,89
2031	1.911	2,47	3,80	4,33	5,92
2032	1.926	2,49	3,83	4,37	5,97
2033	1.938	2,51	3,85	4,39	6,01
2034	1.946	2,52	3,87	4,41	6,03
2035	1.958	2,53	3,89	4,44	6,07
2036	1.970	2,55	3,92	4,47	6,11
2037	1.979	2,56	3,94	4,49	6,13
2038	1.980	2,56	3,94	4,49	6,14

Fonte: SHS, 2017.

,

Quadro 36 - Evolução da vazão sanitária para o cenário normativo do distrito de Monsenhor Isidro

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2011	598	1,05	1,75	2,03	2,86
2012	595	1,05	1,74	2,02	2,85
2013	589	1,04	1,73	2,00	2,83
2014	588	1,04	1,73	2,00	2,82
2015	578	1,03	1,70	1,97	2,78
2016	577	1,03	1,70	1,97	2,77
2017	571	1,02	1,69	1,95	2,75
2018	607	1,04	1,70	1,96	2,75
2019	643	1,06	1,71	1,97	2,75
2020	675	1,07	1,71	1,97	2,74
2021	704	1,07	1,70	1,96	2,72
2022	729	1,07	1,69	1,94	2,68
2023	761	1,08	1,70	1,94	2,68
2024	794	1,10	1,71	1,95	2,68
2025	828	1,12	1,72	1,96	2,68
2026	855	1,12	1,72	1,95	2,67
2027	848	1,12	1,71	1,94	2,65
2028	844	1,12	1,70	1,94	2,64
2029	825	1,10	1,68	1,90	2,59
2030	807	1,09	1,65	1,87	2,55
2031	797	1,08	1,64	1,86	2,52
2032	789	1,08	1,63	1,84	2,50
2033	787	1,08	1,62	1,84	2,50
2034	775	1,07	1,61	1,82	2,47
2035	768	1,06	1,60	1,81	2,45
2036	761	1,06	1,59	1,80	2,43
2037	751	1,05	1,57	1,78	2,41
2038	731	1,04	1,54	1,75	2,36

Fonte: SHS, 2017.

Com base na contribuição de carga orgânica *per capita* de DBO (54 gDBO/hab.dia) e na estimativa populacional e de vazão para o período, é possível calcular a carga orgânica bruta e a concentração inicial de DBO para cada ano do cenário normativo. Os valores calculados para a sede e para o distrito são apresentados no Quadro 37 e no Quadro 38, respectivamente.

Quadro 37 - Evolução da carga orgânica bruta e concentração inicial de DBO para o cenário normativo da sede do município de Itaverava

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária média (L/s)	Vazão sanitária média (m³/d)	Contribuição *per capita* de DBO (gDBO/hab.dia)	Carga de DBO (kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)
2011	1.012	2,96	255,64	54	54,67	213,87
2012	1.024	2,99	258,59	54	55,30	213,87
2013	1.034	3,02	261,07	54	55,83	213,87
2014	1.044	3,05	263,55	54	56,37	213,87
2015	1.052	3,07	265,57	54	56,80	213,87
2016	1.057	3,09	266,81	54	57,06	213,87
2017	1.065	3,12	269,17	54	57,49	213,59
2018	1.152	3,19	275,82	54	62,22	225,57
2019	1.237	3,26	281,25	54	66,81	237,55
2020	1.326	3,33	287,37	54	71,63	249,25
2021	1.416	3,40	293,39	54	76,48	260,69
2022	1.504	3,46	298,82	54	81,24	271,87
2023	1.588	3,51	303,13	54	85,73	282,82
2024	1.679	3,58	308,97	54	90,69	293,52
2025	1.774	3,65	315,04	54	95,77	303,99
2026	1.864	3,71	320,31	54	100,66	314,25
2027	1.873	3,73	321,86	54	101,14	314,25
2028	1.884	3,75	323,75	54	101,74	314,25
2029	1.891	3,76	324,95	54	102,11	314,25
2030	1.900	3,78	326,50	54	102,60	314,25
2031	1.911	3,80	328,39	54	103,19	314,25
2032	1.926	3,83	330,96	54	104,00	314,25
2033	1.938	3,85	333,03	54	104,65	314,25
2034	1.946	3,87	334,40	54	105,08	314,25
2035	1.958	3,89	336,46	54	105,73	314,25
2036	1.970	3,92	338,52	54	106,38	314,25
2037	1.979	3,94	340,07	54	106,87	314,25
2038	1.980	3,94	340,24	54	106,92	314,25

Fonte: SHS, 2017.

Quadro 38 - Evolução da carga orgânica bruta e concentração inicial de DBO para o cenário normativo do distrito de Monsenhor Isidro

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária média (L/s)	Vazão sanitária média (m³/d)	Contribuição per capita de DBO (gDBO/hab.dia)	Carga de DBO (kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)
2011	598	1,75	151,19	54	32,29	213,59
2012	595	1,74	150,58	54	32,13	213,37
2013	589	1,73	149,47	54	31,83	212,96
2014	588	1,73	149,10	54	31,73	212,82
2015	578	1,70	147,24	54	31,23	212,12
2016	577	1,70	146,87	54	31,13	211,97
2017	571	1,69	145,76	54	30,84	211,54
2018	607	1,70	146,70	54	32,78	223,42
2019	643	1,71	147,59	54	34,73	235,29
2020	675	1,71	147,66	54	36,45	246,88
2021	704	1,70	147,20	54	38,01	258,21
2022	729	1,69	146,20	54	39,37	269,27
2023	761	1,70	146,64	54	41,08	280,11
2024	794	1,71	147,39	54	42,85	290,73
2025	828	1,72	148,46	54	44,71	301,13
2026	855	1,72	148,32	54	46,17	311,28
2027	848	1,71	147,48	54	45,79	310,49
2028	844	1,70	147,00	54	45,58	310,03
2029	825	1,68	144,72	54	44,55	307,83
2030	807	1,65	142,56	54	43,58	305,67
2031	797	1,64	141,36	54	43,04	304,45
2032	789	1,63	140,40	54	42,61	303,45
2033	787	1,62	140,16	54	42,50	303,20
2034	775	1,61	138,72	54	41,85	301,68
2035	768	1,60	137,88	54	41,47	300,78
2036	761	1,59	137,04	54	41,09	299,86
2037	751	1,57	135,84	54	40,55	298,53
2038	731	1,54	133,44	54	39,47	295,81

Fonte: SHS, 2017.

Através da Equação 20 e da Equação 21, calcula-se a carga de DBO removida e a concentração removida de DBO para cada ano do cenário normativo.

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

Equação 20

$$Concentração\ final\ de\ DBO = \frac{Carga\ DBO\ removida}{Vazão}$$

Equação 21

O Quadro 39 e o Quadro 40 apresentam para a sede e distrito de Monsenhor Isidro a evolução da carga removida de DBO e concentração removida de DBO para o cenário previsível, considerando 70% de eficiência de remoção.

Quadro 39 - Evolução da carga orgânica removida e concentração removida de DBO para o cenário normativo da sede de Itaverava

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária média (L/s)	Carga removida de DBO (kg/dia), considerando eficiência típica de remoção de 70%	Concentração removida de DBO (mg/L), considerando eficiência típica de remoção de 70%
2011	1.012	2,96	38,27	149,71
2012	1.024	2,99	38,71	149,71
2013	1.034	3,02	39,08	149,71
2014	1.044	3,05	39,46	149,71
2015	1.052	3,07	39,76	149,71
2016	1.057	3,09	39,94	149,71
2017	1.065	3,12	40,24	149,52
2018	1.152	3,19	43,55	157,90
2019	1.237	3,26	46,77	166,28
2020	1.326	3,33	50,14	174,47
2021	1.416	3,40	53,54	182,48
2022	1.504	3,46	56,87	190,31
2023	1.588	3,51	60,01	197,97
2024	1.679	3,58	63,48	205,46
2025	1.774	3,65	67,04	212,80
2026	1.864	3,71	70,46	219,97
2027	1.873	3,73	70,80	219,97
2028	1.884	3,75	71,22	219,97
2029	1.891	3,76	71,48	219,97
2030	1.900	3,78	71,82	219,97
2031	1.911	3,80	72,24	219,97
2032	1.926	3,83	72,80	219,97
2033	1.938	3,85	73,26	219,97
2034	1.946	3,87	73,56	219,97
2035	1.958	3,89	74,01	219,97
2036	1.970	3,92	74,47	219,97
2037	1.979	3,94	74,81	219,97
2038	1.980	3,94	74,84	219,97

Fonte: SHS, 2017.

Quadro 40 - Evolução da carga orgânica removida e concentração removida de DBO para o cenário normativo do distrito de Monsenhor Isidro

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária média (L/s)	Carga removida de DBO (kg/dia), considerando eficiência típica de remoção de 70%	Concentração removida de DBO (mg/L), considerando eficiência típica de remoção de 70%
2011	598	1,75	22,61	149,52
2012	595	1,74	22,49	149,36
2013	589	1,73	22,28	149,07
2014	588	1,73	22,21	148,97
2015	578	1,70	21,86	148,48
2016	577	1,70	21,79	148,38
2017	571	1,69	21,58	148,08
2018	607	1,70	22,94	156,39
2019	643	1,71	24,31	164,70
2020	675	1,71	25,52	172,82
2021	704	1,70	26,61	180,75
2022	729	1,69	27,56	188,49
2023	761	1,70	28,75	196,08
2024	794	1,71	30,00	203,51
2025	828	1,72	31,29	210,79
2026	855	1,72	32,32	217,90
2027	848	1,71	32,05	217,34
2028	844	1,70	31,90	217,02
2029	825	1,68	31,19	215,48
2030	807	1,65	30,50	213,97
2031	797	1,64	30,13	213,11
2032	789	1,63	29,82	212,42
2033	787	1,62	29,75	212,24
2034	775	1,61	29,30	211,18
2035	768	1,60	29,03	210,54
2036	761	1,59	28,77	209,90
2037	751	1,57	28,39	208,97
2038	731	1,54	27,63	207,07

Fonte: SHS, 2017.

Com base na contribuição *per capita* de coliformes fecais termotolerantes (10^{11} org/hab.dia) e na estimativa populacional e de vazão para o período, é possível calcular a carga orgânica bruta de coliformes fecais termotolerantes (CFT) para cada ano do cenário normativo. Os resultados obtidos, a partir desses cálculos, para sede e distrito do município em questão estão apresentados no Quadro 41 e no Quadro 42, respectivamente.

Quadro 41 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais termotolerantes para o cenário normativo da sede do município de Itaverava

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária média (L/s)	Vazão sanitária média (m³/d)	Contribuição *per capita* de coliformes termotolerantes (org/hab.dia)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração (org/100 mL)
2011	1.012	2,96	255,64	1,00E+11	1,01E+14	3,96E+07
2012	1.024	2,99	258,59	1,00E+11	1,02E+14	3,96E+07
2013	1.034	3,02	261,07	1,00E+11	1,03E+14	3,96E+07
2014	1.044	3,05	263,55	1,00E+11	1,04E+14	3,96E+07
2015	1.052	3,07	265,57	1,00E+11	1,05E+14	3,96E+07
2016	1.057	3,09	266,81	1,00E+11	1,06E+14	3,96E+07
2017	1.065	3,12	269,17	1,00E+11	1,06E+14	3,96E+07
2018	1.152	3,19	275,82	1,00E+11	1,15E+14	4,18E+07
2019	1.237	3,26	281,25	1,00E+11	1,24E+14	4,40E+07
2020	1.326	3,33	287,37	1,00E+11	1,33E+14	4,62E+07
2021	1.416	3,40	293,39	1,00E+11	1,42E+14	4,83E+07
2022	1.504	3,46	298,82	1,00E+11	1,50E+14	5,03E+07
2023	1.588	3,51	303,13	1,00E+11	1,59E+14	5,24E+07
2024	1.679	3,58	308,97	1,00E+11	1,68E+14	5,44E+07
2025	1.774	3,65	315,04	1,00E+11	1,77E+14	5,63E+07
2026	1.864	3,71	320,31	1,00E+11	1,86E+14	5,82E+07
2027	1.873	3,73	321,86	1,00E+11	1,87E+14	5,82E+07
2028	1.884	3,75	323,75	1,00E+11	1,88E+14	5,82E+07
2029	1.891	3,76	324,95	1,00E+11	1,89E+14	5,82E+07
2030	1.900	3,78	326,50	1,00E+11	1,90E+14	5,82E+07
2031	1.911	3,80	328,39	1,00E+11	1,91E+14	5,82E+07
2032	1.926	3,83	330,96	1,00E+11	1,93E+14	5,82E+07
2033	1.938	3,85	333,03	1,00E+11	1,94E+14	5,82E+07
2034	1.946	3,87	334,40	1,00E+11	1,95E+14	5,82E+07
2035	1.958	3,89	336,46	1,00E+11	1,96E+14	5,82E+07
2036	1.970	3,92	338,52	1,00E+11	1,97E+14	5,82E+07
2037	1.979	3,94	340,07	1,00E+11	1,98E+14	5,82E+07
2038	1.980	3,94	340,24	1,00E+11	1,98E+14	5,82E+07

Fonte: SHS, 2017.

Quadro 42 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais termotolerantes para o cenário normativo do distrito de Monsenhor Isidro

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária média (L/s)	Vazão sanitária média (m³/d)	Contribuição *per capita* de coliformes termotolerantes (org/hab.dia)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração (org/100 mL)
2011	598	1,75	151,19	1,00E+11	5,98E+13	3,96E+07
2012	595	1,74	150,58	1,00E+11	5,95E+13	3,95E+07
2013	589	1,73	149,47	1,00E+11	5,89E+13	3,94E+07
2014	588	1,73	149,10	1,00E+11	5,88E+13	3,94E+07
2015	578	1,70	147,24	1,00E+11	5,78E+13	3,93E+07
2016	577	1,70	146,87	1,00E+11	5,77E+13	3,93E+07
2017	571	1,69	145,76	1,00E+11	5,71E+13	3,92E+07
2018	607	1,70	146,70	1,00E+11	6,07E+13	4,14E+07
2019	643	1,71	147,59	1,00E+11	6,43E+13	4,36E+07
2020	675	1,71	147,66	1,00E+11	6,75E+13	4,57E+07
2021	704	1,70	147,20	1,00E+11	7,04E+13	4,78E+07
2022	729	1,69	146,20	1,00E+11	7,29E+13	4,99E+07
2023	761	1,70	146,64	1,00E+11	7,61E+13	5,19E+07
2024	794	1,71	147,39	1,00E+11	7,94E+13	5,38E+07
2025	828	1,72	148,46	1,00E+11	8,28E+13	5,58E+07
2026	855	1,72	148,32	1,00E+11	8,55E+13	5,76E+07
2027	848	1,71	147,48	1,00E+11	8,48E+13	5,75E+07
2028	844	1,70	147,00	1,00E+11	8,44E+13	5,74E+07
2029	825	1,68	144,72	1,00E+11	8,25E+13	5,70E+07
2030	807	1,65	142,56	1,00E+11	8,07E+13	5,66E+07
2031	797	1,64	141,36	1,00E+11	7,97E+13	5,64E+07
2032	789	1,63	140,40	1,00E+11	7,89E+13	5,62E+07
2033	787	1,62	140,16	1,00E+11	7,87E+13	5,61E+07
2034	775	1,61	138,72	1,00E+11	7,75E+13	5,59E+07
2035	768	1,60	137,88	1,00E+11	7,68E+13	5,57E+07
2036	761	1,59	137,04	1,00E+11	7,61E+13	5,55E+07
2037	751	1,57	135,84	1,00E+11	7,51E+13	5,53E+07
2038	731	1,54	133,44	1,00E+11	7,31E+13	5,48E+07

Fonte: SHS, 2017.

Calcula-se através da Equação 22 e Equação 23, a carga removida de coliformes fecais termotolerantes (CFT) e sua concentração.

$$Carga\ removida\ de\ CFT = População\ x\ Carga\ \ per\ capita$$

Equação 22

$$Concentração\ removida\ \ de\ CFT = \frac{Carga\ removida\ de\ CFT}{Vazão}$$

Equação 23

O Quadro 43 e o Quadro 44 apresentam para a sede e distrito a evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes para o cenário previsível, considerando 99,9% de eficiência de remoção.

Quadro 43 - Evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes para o cenário normativo da sede de Itaverava

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária média (L/s)	Carga removida de coliformes, considerando 99,9% de eficiência de remoção (org/dia)	Concentração removida de coliformes (org/100mL), considerando 99,9% de eficiência de remoção
2011	1.012	2,96	1,011E+14	3,957E+07
2012	1.024	2,99	1,023E+14	4,275E+07
2013	1.034	3,02	1,033E+14	4,294E+07
2014	1.044	3,05	1,043E+14	4,313E+07
2015	1.052	3,07	1,051E+14	4,329E+07
2016	1.057	3,09	1,056E+14	4,338E+07
2017	1.065	3,12	1,064E+14	4,353E+07
2018	1.152	3,19	1,151E+14	4,377E+07
2019	1.237	3,26	1,236E+14	4,400E+07
2020	1.326	3,33	1,325E+14	4,429E+07
2021	1.416	3,40	1,415E+14	4,456E+07
2022	1.504	3,46	1,503E+14	4,478E+07
2023	1.588	3,51	1,586E+14	4,493E+07
2024	1.679	3,58	1,678E+14	4,518E+07
2025	1.774	3,65	1,772E+14	4,544E+07
2026	1.864	3,71	1,862E+14	4,565E+07
2027	1.873	3,73	1,871E+14	4,575E+07
2028	1.884	3,75	1,882E+14	4,587E+07
2029	1.891	3,76	1,889E+14	4,594E+07
2030	1.900	3,78	1,898E+14	4,604E+07
2031	1.911	3,80	1,909E+14	4,616E+07
2032	1.926	3,83	1,924E+14	4,632E+07
2033	1.938	3,85	1,936E+14	4,645E+07
2034	1.946	3,87	1,944E+14	4,653E+07
2035	1.958	3,89	1,956E+14	4,666E+07
2036	1.970	3,92	1,968E+14	4,678E+07
2037	1.979	3,94	1,977E+14	4,688E+07
2038	1.980	3,94	1,978E+14	4,689E+07

Fonte: SHS, 2017.

Quadro 44 - Evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes para o cenário normativo do distrito de Monsenhor Isidro

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária média (L/s)	Carga removida de coliformes, considerando 99,9% de eficiência de remoção (org/dia)	Concentração removida de coliformes (org/100mL), considerando 99,9% de eficiência de remoção
2011	598	2,16	5,974E+13	3,195E+07
2012	595	2,16	5,944E+13	3,189E+07
2013	589	2,14	5,889E+13	3,179E+07
2014	588	2,14	5,870E+13	3,175E+07
2015	578	2,12	5,778E+13	3,157E+07
2016	577	2,11	5,760E+13	3,153E+07
2017	571	2,10	5,704E+13	3,142E+07
2018	607	2,09	6,064E+13	3,354E+07
2019	643	2,08	6,425E+13	3,573E+07
2020	675	2,06	6,744E+13	3,784E+07
2021	704	2,04	7,032E+13	3,989E+07
2022	729	2,01	7,283E+13	4,186E+07
2023	761	2,00	7,599E+13	4,398E+07
2024	794	1,99	7,928E+13	4,614E+07
2025	828	1,98	8,271E+13	4,833E+07
2026	855	1,96	8,541E+13	5,037E+07
2027	848	1,95	8,472E+13	5,021E+07
2028	844	1,95	8,432E+13	5,011E+07
2029	825	1,92	8,242E+13	4,966E+07
2030	807	1,90	8,062E+13	4,921E+07
2031	797	1,88	7,962E+13	4,896E+07
2032	789	1,87	7,882E+13	4,876E+07
2033	787	1,87	7,862E+13	4,871E+07
2034	775	1,85	7,742E+13	4,840E+07
2035	768	1,84	7,672E+13	4,821E+07
2036	761	1,83	7,602E+13	4,803E+07
2037	751	1,82	7,502E+13	4,776E+07
2038	731	1,79	7,303E+13	4,721E+07

Fonte: SHS, 2017.

Do Quadro 37 ao Quadro 44 foram apresentadas a carga orgânica bruta em termos de DBO e concentração inicial de DBO, além de contribuição *per capita* de coliformes fecais termotolerantes, carga inicial de coliformes e concentração inicial de coliformes. No item 2.2.3 essas concentrações serão utilizadas para o cálculo das metas de qualidade para os esgotos tratados da ETE e para o corpo d'água.

2.2.2. *Definição de alternativas técnicas de engenharia para o Serviço de Esgotamento Sanitário a partir das projeções*

Como apresentado anteriormente, é possível perceber que o município de Itaverava e seu distrito necessitam do tratamento dos esgotos sanitários, antes que esses sejam lançados em concentrações brutas nos corpos receptores. Dessa forma, é indispensável que seja adotada uma alternativa para o tratamento desses esgotos no município. Esse processo é essencial para atendimento legal da Resolução CONAMA nº 357/05, art. 15, que fala sobre a qualidade do corpo receptor e da Resolução CONAMA nº 430/11, que determina sobre os padrões de lançamento dos esgotos tratados.

O tratamento dos esgotos tem como finalidade remover a carga orgânica bruta, os sólidos em suspensão, matéria orgânica em termos de DBO, patógenos, nutrientes como nitrogênio e fósforo, além de alguns metais pesados, através do processo de tratamento preliminar, biológico/secundário, desinfecção e terciário.

Para escolher o melhor local para a instalação de uma ETE, alguns critérios devem ser levados em consideração. O primeiro deles é a análise da proximidade com a área urbana. Uma vez que este Plano tem um horizonte de vinte anos, é importante conhecer o vetor de crescimento urbano, para que se evite que a ETE seja implantada nas proximidades da zona de expansão do município. É importante fazer essa avaliação devido aos possíveis odores, ruídos, geração de tráfego e incômodos gerais que venham a ser causados nas áreas vizinhas ou próximas.

Outro ponto que deve ser considerado é a topografia local. Optando-se por um local de cotas mais baixas, a necessidade de implantação e manutenção de estações elevatórias são menores, uma vez que é possível que os esgotos coletados cheguem à ETE por gravidade.

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

A Figura 7 apresenta o local proposto para a implantação da ETE na sede, como havia sido apresentado no diagnóstico, Produto 3. A escolha do lugar foi baseada nos

fatores citados anteriormente, ou seja, deve se basear na localização a jusante da área urbana, em fundo de vale, ao lado do corpo receptor e longe (ou não tão próximo) de áreas residenciais. O local encontra-se próximo à área urbana, não sendo necessário muitos investimentos em obras de interceptores.

As coordenadas dos pontos escolhidos para a localização das futuras ETEs propostas em Itavarava são:

- Sede: UTM 23K 644.999 m E; 7.711.357 m S.
- Monsenhor Isidro: UTM 23K 642.980 m E; 7.718.182 m S.

Vale ressaltar que para a sede de Itaverava, o corpo receptor dos esgotos tratados pela ETE é o ribeirão Pé de Morro, e para o distrito Monsenhor Isidro, o lançamento dos esgotos tratados é através da disposição em sumidouro.

Figura 7 - Alternativa locacional da ETE para a sede de Itaverava

Fonte: *GoogleEarth*, 2017.

Essa alternativa de localização da ETE representa apenas uma proposta que leva em consideração alguns aspectos importantes. Mas, é fundamental ressaltar que são necessários estudos mais aprofundados para poder afirmar com maior precisão qual a melhor localização. Neste caso, é indispensável que sejam feitos Estudos de Viabilidade Ambiental como, por exemplo, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) ou o Relatório Ambiental Preliminar (RAP). Esses estudos serão capazes de analisar com maior profundidade os aspectos já considerados e também de levantar outros aspectos que são necessários para avaliar qual a alternativa mais viável, tanto do ponto de vista ambiental, quanto social e de economia global, que leva em consideração os custos de construção, operação e manutenção.

Para o município em questão, optou-se por planejar apenas uma ETE em função da pequena vazão e da topografia local que é muito favorável. Porém, podem ser selecionados diferentes locais para implantação, dependendo do sistema de tratamento de esgotos a ser empregado. Na ocasião do projeto executivo, estudar-se-á a melhor localização.

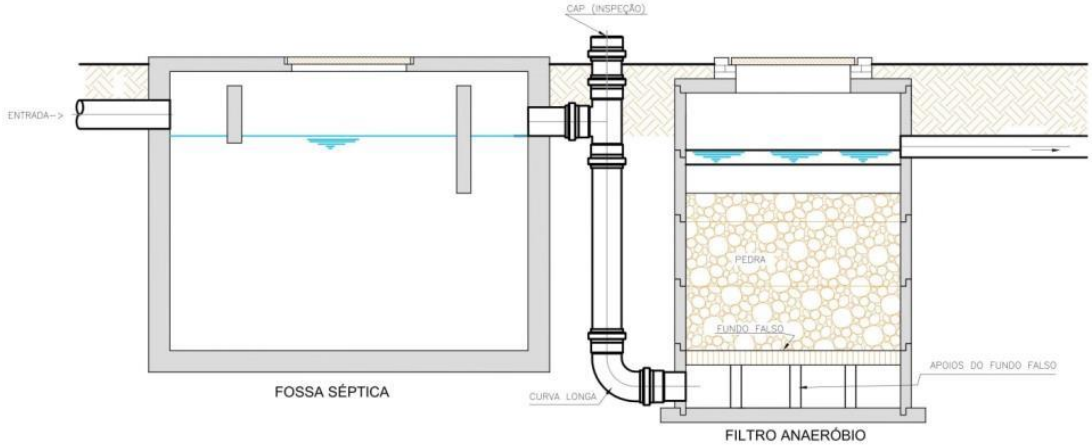
Para as localidades mais afastadas, como as áreas rurais ou o distrito de Monsenhor Isidro (com populações próximas de 1.000 habitantes), pode-se optar por utilizar alternativas de tratamento de esgotos como as fossas sépticas, seguidas de filtro anaeróbio, e sumidouros como forma de disposição final.

A fossa séptica é um dispositivo de tratamento dos esgotos destinado a receber contribuição de um ou mais domicílios e com capacidade de dar aos esgotos um grau de tratamento compatível com a sua simplicidade e custo (JORDÃO E PESSÔA, 2005). Apesar de ser uma forma de tratamento dos esgotos sanitários, a fossa séptica não é capaz de promover toda remoção necessária de DBO e de coliformes fecais termotolerantes necessária para que os esgotos possam ser lançados no corpo receptor, ou seja, 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. Por isso, os sistemas de fossa séptica combinados com os filtros anaeróbios são uma alternativa para o tratamento dos esgotos sanitários. Os processos combinados elevam a remoção de DBO e de coliformes fecais

termotolerantes presentes nos esgotos sanitários, sendo possível atingir os níveis elevados de eficiência de remoção que são requeridos pela legislação.

Usualmente, os filtros anaeróbios utilizam como meio filtrante britas ou pedaços de plásticos, como o especificado na ABNT NBR 13.969 (1997). As faixas de remoção de DBO ficam entre 40 e 75 %, como apresentado na NBR. Um esquema do sistema fossa-filtro pode ser visto na Figura 8, a seguir.

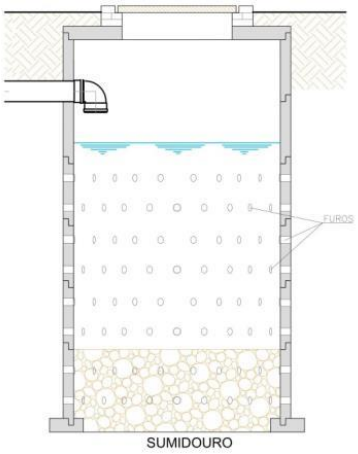
Figura 8 - Esquema do sistema de fossas/tanques sépticos em conjunto com o filtro anaeróbio



Fonte: SHS, 2017.

Após os esgotos passarem pelo filtro anaeróbio, a melhor destinação é um sumidouro, ou uma vala de infiltração, que atuam como disposição final do efluente, sem que seja necessária a construção de um emissário final. Na Figura 9 é apresentado um esquema de sumidouros.

Figura 9 - Esquema de um sumidouro



Fonte: SHS, 2017.

O lodo gerado nesse processo de tratamento pode ser disposto em leitos de secagem e depois encaminhado para um aterro sanitário, para que tenha a forma de destinação ambientalmente correta.

2.2.3. Metas de qualidade para os efluentes da ETE e para o corpo d'água

A Resolução CONAMA n° 357/05 dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, além de estabelecer as condições e padrões de lançamento de efluentes. Esta resolução foi complementada pela Resolução CONAMA n° 430/11.

A. Padrões de Emissão - Lançamento dos esgotos tratados

A qualidade dos esgotos tratados da ETE deverá ser suficiente para atender aos padrões de emissão estabelecidos no artigo 21, da Resolução CONAMA n° 430/11, de forma que a remoção de DBO_{5dias} seja maior ou igual a 60%.

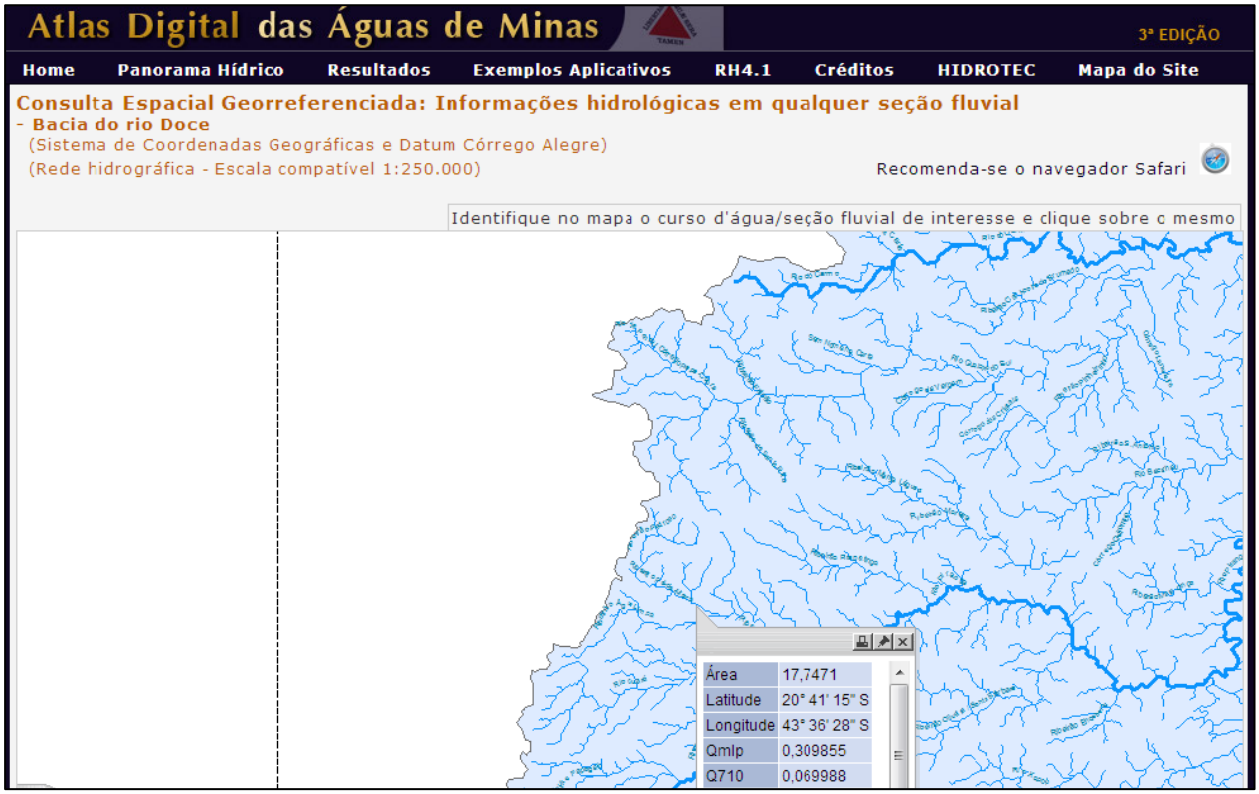
B. Padrões de Qualidade do corpo d'água

A vazão de referência do corpo receptor deverá ser calculada com base no que determina o artigo 20 – inciso XXXVI da Resolução CONAMA n° 357/05. Na ausência da vazão de referência, deverá ser utilizada a vazão mínima de sete dias consecutivos de período de recorrência 10 anos ($Q_{7,10}$).

Utilizou-se uma ferramenta desenvolvida na Universidade Federal de Viçosa, nomeada de Atlas Digital de Águas de Minas. No Atlas é possível realizar uma consulta simples, baseada em dados georreferenciados que apresentam informações como a área de drenagem na bacia (em km²) e os cálculos de vazões $Q_{7,10}$,máximas, médias e mínimas (em m³/s) no ponto de lançamento do ribeirão Pé de Morro.

A vazão a ser utilizada para o cálculo da diluição no corpo d'água é a $Q_{7,10}$, que é definida como a vazão mínima anual de sete dias consecutivos e com um período de retorno de 10 anos. Assim, a partir do valor encontrado da $Q_{7,10}$ pelo Atlas, pode-se verificar a capacidade de assimilação do corpo hídrico e determinar a concentração máxima em termos de DBO e coliformes a ser lançada. O valor da $Q_{7,10}$ para Itaverava, assim como a área da bacia de contribuição, é apresentado na Figura 10.

Figura 10 - Dados do Atlas Digital das Águas de Minas para o município de Itaverava



Fonte: Atlas Digital das Águas de Minas, 2017.

Os corpos receptores da sede do município (rio Vassouras, Bananal e Valente), são enquadrados como classe 2 de acordo com o PARH Piranga, assim como todos os outros rios desta mesma sub-bacia. Sendo assim, os esgotos tratados nesses corpos hídricos devem estar de acordo com os parâmetros permitidos pela Resolução CONAMA nº 357/05, conforme já citado anteriormente.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05, em seu art. 4º, rios de classe 2 são as águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aquicultura e à atividade de pesca.

De acordo com seu art. 15: “Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte:

(...) II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário

deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos seis amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.

(...)

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

A Resolução DN COPAM n° 1, de 1 de maio de 2008, trata dos padrões de qualidade dos cursos hídricos e também dos padrões de lançamento no estado de Minas Gerais. Em seu art. 14, são apresentados os padrões de qualidade e no art. 29, as condições de lançamento de efluentes, que exigem que a ETE tenha eficiência de redução de DBO em no mínimo 60% e média anual igual ou superior a 70% para sistemas de esgotos sanitários.

C. *Cálculos - Padrões de qualidade do corpo d'água, padrões de lançamento do esgoto tratado e eficiência demandada da ETE*

A partir das projeções apresentadas no item 2.2.1, é possível estimar a eficiência de remoção da carga orgânica e dos coliformes fecais termotolerantes.

Para simular a concentração final de DBO, ou seja, a DBO de saída da ETE, adota-se a DBO inicial de 314,25 mg/L, sendo este o maior valor de concentração calculado ao longo do projeto (para o ano de 2038), e que já havia sido apresentado no Quadro 37, e uma eficiência de redução de DBO de 70%, conforme a legislação estadual citada anteriormente. Sendo assim, tem-se a Equação 24:

$$E = \frac{C_{ETEentrada} - C_{ETEsaída}}{C_{ETEentrada}} * 100$$

Equação 24

Em que: E = eficiência de remoção (%);

$C_{ETEentrada}$ = concentração inicial de DBO (entrada da ETE) (mg/L);

$C_{ETEsaída}$ = concentração final de DBO (saída da ETE) (mg/L).

Assim, para a sede de Itaverava, rearranjando a Equação 16, tem-se:

$$C_{ETEsaída} = C_{ETEentrada} - \frac{E}{100} * C_{ETEentrada} = 314{,}25 - 0{,}7 * 314{,}25 = 94{,}30\ mg/L$$

Ou seja, a DBO de saída da ETE deve ter concentração menor que 94,30 mg/L.

A partir das concentrações máximas apresentadas na Resolução CONAMA

n° 357/2005, art. 15, para corpos hídricos de classe 2, pode-se calcular a concentração de DBO de saída da ETE ($C_{ETEsaída}$) através da Equação 25:

$$C_{ETEsaída} = \frac{C_{mistura} * Q_{mistura} - C_{Rio} * Q_{Rio}}{Q_{ETEsaída}}$$

Equação 25

Em que: $C_{ETEsaída}$ = concentração final de DBO (saída da ETE) (mg/L);

$Q_{ETEsaída}$ = vazão de saída da ETE (m³/s);

C_{rio} = concentração de DBO do corpo hídrico (mg/L);

Q_{rio} = vazão do corpo hídrico (m³/s) (nesse caso, a $Q_{7,10}$);

$C_{mistura}$ = concentração de lançamento da DBO da ETE adicionada da concentração de DBO do corpo receptor (mg/L);

$Q_{mistura}$ = vazão da ETE adicionada da vazão do corpo hídrico (m³/s).

A Tabela 1 apresenta os valores para o cálculo da concentração de saída máxima aceitáveis para Itaverava.

Tabela 1 - Valores utilizados para o cálculo da concentração de DBO de lançamento máxima aceitável da futura ETE em Itaverava

Parâmetro	Valor
Q_{ETE}	0,00394 m³/s
Q_{Rio} (= $Q_{7,10}$)	0,070 m³/s
C_{Rio}	5,00 mg/L
$Q_{mistura}$	0,074 m³/s
$C_{mistura}$	5,00 mg/L

Fonte: SHS, 2017.

Tem-se assim, através da Equação 25:

$$C_{ETEsaída} = \frac{5 * 0{,}074 - 5 * 0{,}070}{0{,}00394} = 5\ mg/L$$

Pode-se observar que a vazão do corpo receptor é maior do que a vazão da ETE. Porém, os valores considerados para a concentração de DBO no rio e na mistura são de 5 mg/L, concentrações máximas para rios classe 2 . Assim, a concentração de saída da ETE, pelo cálculo acima, tem que ser de no máximo 5 mg/L para que seja respeitado o padrão de qualidade do corpo d'água.

Pode-se calcular a eficiência mínima da ETE, para que o esgoto tratado não altere a qualidade do corpo hídrico, utilizando a Equação 24:

$$E = \frac{C_{ETEentrada} - C_{ETEsaída}}{C_{ETEentrada}} * 100 = \frac{314{,}25 - 5}{314{,}25} * 100 = 98{,}4\ \%$$

Como a eficiência da ETE deverá ser elevada, outra opção seria lançar os esgotos tratados em um corpo receptor de capacidade maior em termos de vazão $Q_{7,10}$ e consequentemente a eficiência da ETE poderia ser menor. Para isso é necessário que na ocasião do projeto executivo seja estudada essa possibilidade.

Assim, para seguir os padrões de qualidade apresentados na Resolução DN COPAM n° 1, de 1 de maio de 2008, o valor de concentração necessário de DBO na saída da ETE deverá ser de, no máximo, 5 mg/L, e corresponder a uma eficiência mínima de 98,4 %.

Para os cálculos de concentração dos coliformes fecais termotolerantes, considera-se apenas o padrão de qualidade apresentado na Resolução DN COPAM n° 1, de 1 de maio de 2008, em seu art. 14, pois não existe um padrão de lançamento estipulado para esse parâmetro. Os cálculos se baseiam na Equação 24, e os valores utilizados na equação podem ser vistos na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores utilizados para o cálculo da concentração de coliformes fecais termotolerantes de lançamento máxima aceitável da futura ETE em Itaverava

Parâmetro	Valor
Q_{ETE}	0,00394 m³/s
Q_{Rio} (= $Q_{7,10}$)	0,070 m³/s
C_{Rio}	1000 org/100mL
$Q_{mistura}$	0,074 m³/s
$C_{mistura}$	1000 org/100mL

Fonte: SHS, 2017.

Tem-se assim, através da Equação 25:

$$C_{ETEsaída} = \frac{1000 * 0{,}074 - 1000 * 0{,}070}{0{,}00394} = 1015\ org/100mL$$

Da mesma forma, para calcular a eficiência de remoção necessária de coliformes fecais termotolerantes é preciso adotar o maior valor estimado, que nesse caso, é o valor adotado para o ano de 2038. Então, tem-se para Itaverava, através da Equação 24:

$$E = \frac{C_{ETEentrada} - C_{ETEsaída}}{C_{ETEentrada}} * 100 = \frac{5{,}82 * 10^7 - 1015}{5{,}82 * 10^7} * 100 = 99{,}9\%$$

Sendo assim, os lançamentos dos esgotos sanitários do município só poderão ser feitos nos corpos d'água caso sofram um processo de tratamento capaz de remover mais de 99,9 % da concentração de coliformes fecais termotolerantes.

Na ocasião da elaboração do projeto executivo deverá ser realizado o estudo de autodepuração que apresenta o consumo e produção de oxigênio ao longo do tempo e da direção longitudinal do curso d'água.

2.2.4. Eventos de Emergência e Contingência

Foram elencados potenciais eventos de emergência e contingência relacionados ao Sistema de Esgotamento Sanitário - SES. Esses eventos são descritos a seguir da mesma maneira como foi feito para o SAA no item 2.1.3.

2.2.4.1. Eventos operacionais

- **Rompimento da tubulação de esgotos**: danos a quaisquer elementos do sistema de coleta de esgoto podem acarretar vazamento do mesmo, colocando em risco a saúde da população de entorno, e contaminar áreas ou recursos hídricos.
- **Ocorrência de retorno de esgotos nos imóveis**: devido a entupimentos na tubulação ou ainda ao lançamento irregular de esgotos ou mesmo de águas pluviais na rede coletora, os esgotos podem retornar pela tubulação dos imóveis, colocando a saúde de seus moradores em risco.
- **Ocorrência de avarias em sistemas de bombeamento**: a ocorrência de avarias nas estações elevatórias pode causar o extravasamento de esgotos, colocando a saúde da população de entorno em risco e contaminando áreas ou recursos hídricos.
- **Ocorrência de danos às estruturas e equipamentos nas instalações de tratamento de esgoto**: a ocorrência de danos às estruturas e equipamentos nas ETEs pode comprometer o funcionamento das mesmas, interrompendo o tratamento e levando ao lançamento irregular de esgotos *in natura* nos corpos receptores, bem como pode causar vazamentos no local, colocando em risco a saúde dos operadores.

- **Ocorrência de vazamentos de produtos químicos nas instalações de tratamento de esgoto**: o vazamento de produtos químicos nas ETEs põe em risco a segurança e a saúde dos operadores, bem como pode interromper o tratamento de esgotos, levando ao lançamento *in natura* nos corpos receptores.
- **Ocorrência de acidentes de trabalho nas unidades de bombeamento e tratamento de esgoto**: os operadores da rede de coleta e das instalações de tratamento de esgotos estão sujeitos a diversos tipos de acidentes de trabalho, tais como quedas, cortes, choques elétricos, contaminação por produtos químicos ou esgotos sanitários, etc.
- **Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de tratamento de esgoto**: a interrupção do fornecimento de energia elétrica nas ETEs pode comprometer o funcionamento das mesmas, levando ao lançamento irregular de esgotos sem tratamento nos corpos receptores. Atenta-se para o fato de esse tipo de empreendimento precisar ter um gerador de energia ou um tanque-pulmão para possibilitar a operação do sistema por algumas horas, enquanto é providenciada a retomada do fornecimento.

2.2.4.2. Eventos relacionados à gestão e ao gerenciamento

- **Paralisação de funcionários nas unidades de bombeamento e tratamento de esgoto**: a paralisação de funcionários do SES pode interromper os serviços de bombeamento e tratamento, podendo levar ao extravasamento de esgoto nas estações elevatórias e ao lançamento irregular de efluentes sem tratamento nos corpos receptores.
- **Falta de financiamento para o sistema operacional e a realização de manutenções**: a falta de financiamento para o sistema operacional e a realização de manutenções pode levar à interrupção local ou generalizada do abastecimento.
- **Falta de produtos químicos necessários para o funcionamento da ETE**: o mau gerenciamento das compras e do estoque de produtos químicos necessários para o tratamento dos esgotos pode acarretar diminuição da eficiência do tratamento, bem como outros possíveis problemas operacionais e a interrupção do tratamento, levando ao lançamento irregular de esgotos *in natura* no corpo receptor.

2.2.4.3. Eventos imprevisíveis

- **Ocorrência de danos às instalações e equipamentos do sistema devido a desastres naturais**: enchentes, escorregamentos e outros desastres naturais podem causar danos às estruturas do SES, podendo acarretar a interrupção do serviço de coleta, o vazamento de esgotos e o lançamento irregular *in natura* nos corpos receptores.
- **Ocorrência de incêndios em estabelecimentos e edificações do SES**: a ocorrência de incêndios nas unidades do SES coloca em risco a segurança dos operadores do sistema, bem como pode comprometer estruturas de coleta, bombeamento e tratamento.
- **Danos no gerador de energia**: falta de fornecimento de energia elétrica aos equipamentos do SES pode levar à interrupção local do abastecimento de água.

2.3. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais

2.3.1. 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.

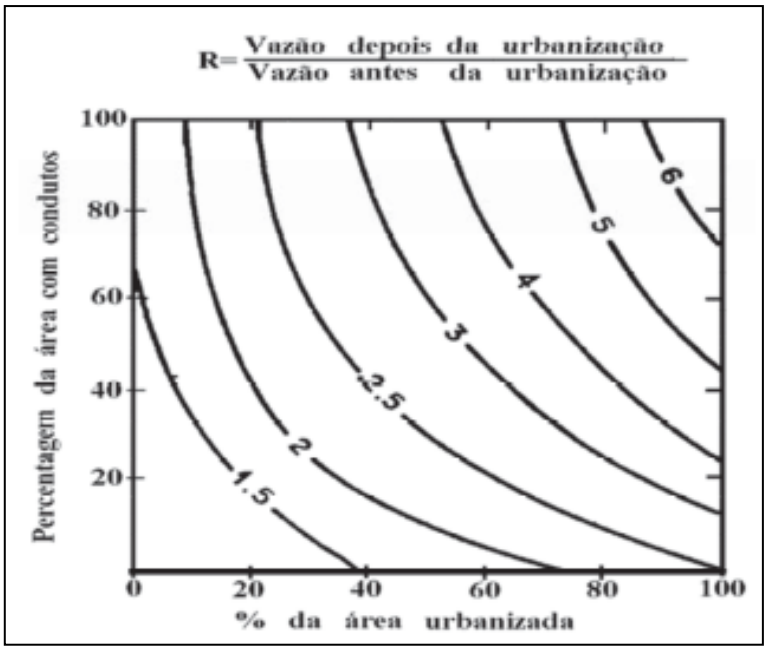
Segundo Tucci (2008), à medida que a cidade se urbaniza, ocorrem os seguintes impactos:

- 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).
- 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 11).

Figura 11 - Aumento do pico em função da proporção de área impermeável e da canalização do sistema de drenagem



Fonte: Leopold, 1968.

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

De modo geral, as bacias hidrográficas que estão relacionadas a inundações urbanas do município são bacias hidrográficas com pouca ocupação urbana (Tabela 3) e intenso uso do solo relacionado às práticas agropecuárias.

Na Tabela 3 é possível perceber que as áreas impermeabilizadas relacionadas aos cursos hídricos com histórico de inundações são pequenas, se comparadas à área da bacia de drenagem, não ultrapassando o valor de 3%.

Tabela 3 - Impermeabilização das bacias com histórico de inundação

Localidade	Área da bacia de drenagem (ha)	Área impermeável atual (ha)	Área impermeabilizada da bacia (%)
Sede (ribeirão Pé do Morro)	8713,5	72,6	0,8%
Distrito Monsenhor Isidro (córrego dos Araújos)	869,1	25,7	3,0%

Fonte: SHS, 2017.

Para verificar a correlação entre a urbanização e os futuros impactos relacionados a esse crescimento, projetou-se o crescimento populacional acumulado até 2038 nas localidades urbanas do município (Tabela 4).

A projeção do crescimento populacional em Itaverava é positiva na sede e negativa no distrito de Monsenhor Isidro, sendo assim, assume-se que a impermeabilização crescerá na sede e se manterá inalterada durante o decrescimento no distrito.

A partir do crescimento populacional, pode-se estimar o número de novas residências que deveria ser considerado para atender a essa demanda de crescimento populacional em termos de uso e ocupação do solo/impermeabilização. Para isso, utiliza-se o número padrão de indivíduos que compõem uma família (3,2hab/domicílio) (IBGE, 2012), estimando 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.

Para tentar simular uma ocupação urbana mais ordenada (cenário normativo), foi feita a projeção da impermeabilização respeitando uma taxa mínima de permeabilidade de 30% (Tabela 5).

Tabela 4 - Projeção de crescimento populacional urbano

Itaverava						
Ano	**População urbana - Sede (hab.)**	**Nº de novas famílias**	**Incremento de área impermeabilizada Sede (há)**	**População urbana – Monsenhor Isidro (hab.)**	**Nº de novas famílias**	**Incremento de área impermeabilizada Monsenhor Isidro (ha)**
2011	1649	-	-	974	-	-
2012	1668	5,9	0,2405	969	-1,6	0
2013	1684	5,0	0,2025	960	-2,8	0
2014	1700	5,0	0,2025	957	-0,9	0
2015	1713	4,1	0,1645	942	-4,7	0
2016	1721	2,5	0,1013	939	-0,9	0
2017	1734	4,1	0,1645	930	-2,8	0
2018	1754	6,3	0,2531	924	-1,9	0
2019	1768	4,4	0,1772	919	-1,6	0
2020	1786	5,6	0,2278	909	-3,1	0
2021	1803	5,3	0,2152	896	-4,1	0
2022	1816	4,1	0,1645	880	-5,0	0
2023	1822	1,9	0,0759	873	-2,2	0
2024	1837	4,7	0,1898	868	-1,6	0
2025	1853	5,0	0,2025	865	-0,9	0
2026	1864	3,4	0,1392	855	-3,1	0
2027	1873	2,8	0,1139	848	-2,2	0
2028	1884	3,4	0,1392	844	-1,3	0
2029	1891	2,2	0,0886	825	-5,9	0
2030	1900	2,8	0,1139	807	-5,6	0
2031	1911	3,4	0,1392	797	-3,1	0
2032	1926	4,7	0,1898	789	-2,5	0
2033	1938	3,8	0,1519	787	-0,6	0
2034	1946	2,5	0,1013	775	-3,8	0
2035	1958	3,8	0,1519	768	-2,2	0
2036	1970	3,8	0,1519	761	-2,2	0
2037	1979	2,8	0,1139	751	-3,1	0
2038	1980	0,3	0,0127	731	-6,3	0
		Total	**4,1892**	**-**	**-**	**0,0000**

Fonte: SHS, 2017.

Tabela 5 - Projeção da impermeabilização decorrente da ocupação urbana até 2038 a partir do cenário normativo.

Itaverava						
Ano	População urbana - Sede (hab.)	Nº de novas famílias	Incremento de área impermeabilizada Sede (há)	População urbana – Monsenhor Isidro (hab.)	Nº de novas famílias	Incremento de área impermeabilizada Monsenhor Isidro (ha)
2011	1649	-	-	974	-	-
2012	1668	5,9	0,1683	969	-1,6	0
2013	1684	5,0	0,1418	960	-2,8	0
2014	1700	5,0	0,1418	957	-0,9	0
2015	1713	4,1	0,1152	942	-4,7	0
2016	1721	2,5	0,0709	939	-0,9	0
2017	1734	4,1	0,1152	930	-2,8	0
2018	1754	6,3	0,1772	924	-1,9	0
2019	1768	4,4	0,1240	919	-1,6	0
2020	1786	5,6	0,1595	909	-3,1	0
2021	1803	5,3	0,1506	896	-4,1	0
2022	1816	4,1	0,1152	880	-5,0	0
2023	1822	1,9	0,0532	873	-2,2	0
2024	1837	4,7	0,1329	868	-1,6	0
2025	1853	5,0	0,1418	865	-0,9	0
2026	1864	3,4	0,0975	855	-3,1	0
2027	1873	2,8	0,0797	848	-2,2	0
2028	1884	3,4	0,0975	844	-1,3	0
2029	1891	2,2	0,0620	825	-5,9	0
2030	1900	2,8	0,0797	807	-5,6	0
2031	1911	3,4	0,0975	797	-3,1	0
2032	1926	4,7	0,1329	789	-2,5	0
2033	1938	3,8	0,1063	787	-0,6	0
2034	1946	2,5	0,0709	775	-3,8	0
2035	1958	3,8	0,1063	768	-2,2	0
2036	1970	3,8	0,1063	761	-2,2	0
2037	1979	2,8	0,0797	751	-3,1	0
2038	1980	0,3	0,0089	731	-6,3	0
		Total	**2,9325**	**-**	**-**	**0**

Fonte: SHS, 2017.

Ao se projetar os valores de impermeabilização das bacias de drenagem, para ambos os cenários no gráfico de estudo de Leopold (1968) (Figura 11), chega-se à conclusão que a urbanização do município tem um baixo fator de influência nos deflúvios, porém é preciso atenção e planejamento para não ocupar áreas onde naturalmente ocorrem cheias, já que as bacias hidrográficas onde estão instaladas as zonas urbanas são de tamanho considerável.

Diferente das projeções de água, esgoto e resíduos, as projeções envolvendo o eixo drenagem, a fim de prever eventos que causem distúrbios à população, não estão estritamente relacionadas com o crescimento urbano. Existem muitos fatores que são inerentes à forma de uso e ocupação do solo, associados a infraestruturas inadequadas e a outros 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, com pouca área para infiltração ou infiltração abaixo do adequado, acarretando erosões e impermeabilizações.
- Ordenamento territorial inadequado.

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. Esses 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 Produto 3 (Diagnóstico Técnico-Participativo dos Serviços de Saneamento Básico), 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 10, 50 e 100 anos. A partir desse estudo foi possível constatar alguns locais nos quais possivelmente ocorrerão inundações, porém sem grande influência dos impactos do crescimento urbano, estando mais associadas à infraestrutura da macrodrenagem inadequada (Tabela 6).

Tabela 6 - Locais críticos e seus respectivos períodos de retorno

Pontes	**Período de retorno (anos)**	**Coordenadas (UTM) 23K**	
Sede		E (m)	S (m)
1	10	645.889	7.713.651
3a	10	645.258	7.713.072
3b	10	645.248	7.713.077
4	10	644.942	7.713.063
8	10	644.992	7.712.394
9	10	644.655	7.711.641
10	10	644.998	7.711.977
11	10	644.874	7.712.267
13	10	645.010	7.711.472
14	10	644.465	7.713.407
2	50	645.393	7.713.129
5	50	644.874	7.713.077
6	50	644.874	7.713.077
12	50	644.956	7.712.847
Monsenhor Isidro		E (m)	S (m)
16	10	642.427	7.718.474

Fonte: SHS, 2017.

Outro fator a ser considerado nos cenários futuros são as ações do PMSB (Produto 5), 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 esses 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 nas projeções de crescimento urbano no que se refere à gestão das águas pluviais, em especial o Plano Diretor de Drenagem, que aprofunda as questões e impactos relacionados à drenagem urbana.

2.3.2. Medidas de controle de erosão e assoreamento

São comuns processos erosivos superficiais, por vezes intensos e localizados, devido principalmente às deficiências de microdrenagem, e por vezes não tão intensos e localizados, ou seja, difusos, que resultam em grandes montantes de aporte sólido aos corpos d'água receptores, decorrentes da presença de grandes áreas de exposição direta aos agentes de erosão. Isso acarreta 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 Itaverava, foi constatado que, devido ao relevo local e ao uso e ocupação do solo, processos erosivos são comuns na zona urbana. A consequência disso é um grande aporte de sedimentos para a rede de drenagem, podendo causar ou agravar episódios de inundações. Esse processo pode se agravar com a disposição de resíduos sólidos urbanos lançados inadequadamente nos cursos hídricos. Além disso, há três pontos 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 dessas regiões, a implementação de programas de conscientização ambiental em relação ao risco de

escorregamentos e, por fim, a instalação de pluviômetros com a função de monitoramento e alerta em pontos estratégicos do município.

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 Segundo Batista, Nascimento e Barraud (2005), o controle de assoreamento também pode ser feito em bacias de detenções, dotando-as de estruturas de pré-tratamento (caixas de areia e decantadores), aplicando-as na conservação dos cursos hídricos.

Quadro 45 agrupa as técnicas mais utilizadas em revisão da literatura especializada feita por Rotta (2012).

Segundo Batista, Nascimento e Barraud (2005), o controle de assoreamento também pode ser feito em bacias de detenções, dotando-as de estruturas de pré-tratamento (caixas de areia e decantadores), aplicando-as na conservação dos cursos hídricos.

Quadro 45 - 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			

		Medidas	Objetivo das medidas			
			Prevenção	Controle	Mitigação	Recuperação
		Adubação (verde, química e orgânica)	x	x	x	
		Plantio direto	x	x	x	
		Rotação de culturas	x	x	x	
		Calagem			x	
		Plantio em contorno	x	x	x	x
Mecânicas		Terraceamento	x	x	x	x
		Sulcos e camalhões em contorno	x			
		Canais escoadouros	x	x	x	
		Barragens	x	x	x	
		Adequação e conservação de estradas vicinais e carreadores	x	x	x	
		Caixas de infiltração	x	x	x	
		Aterramento		x	x	x
		Rip Rap	x	x	x	x
		Cordões de nível	x	x	x	x
		Aterramento com resíduo		x	x	x
		Retaludamento	x	x	x	x
		Bermas	x	x	x	x
		Barragem de sedimento	x	x	x	
Estruturais	'	Muro de contenção	x	x	x	
		Dique de proteção	x	x	x	
	Microdrenagem	Meios-fios/Guias	x	x	x	x
		Sarjetas	x	x	x	x
		Bocas de lobo/Bocas coletoras	x	x	x	x
		Galerias	x	x	x	x
		Poços de visita	x	x	x	x
		Tubos de ligações	x	x	x	x
		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

		Objetivo das medidas			
	Medidas	Prevenção	Controle	Mitigação	Recuperação
	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.

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

Segundo Tucci (2005), à medida que a bacia é urbanizada, e a densidade populacional aumenta, a produção de sedimentos pode reduzir, mas outro problema aparece: a produção de resíduos sólidos urbanos. Esses resíduos obstruem ainda mais a drenagem e cria condições ambientais ainda piores. Ainda, segundo o autor, esse problema somente é minimizado com adequada frequência da coleta, educação da população e normatização. O volume de resíduos sólidos que chega à drenagem depende da eficiência dos serviços urbanos e de fatores diversos, como: frequência e cobertura da coleta de lixo, frequência da limpeza das ruas, reciclagem, forma de disposição do lixo pela população e frequência da precipitação.

Tucci e Neves (2009), citando Armitage (2001) apud Marais e Armitage (2004), trazem a informação que a varrição diária pode remover mais de 98% do lixo presente nas ruas. Os autores mostraram que, quando a razão entre o número médio de dias entre varrição e o número médio de dias entre chuvas significativas é 1, a eficiência da varrição é de apenas 50%, carreando o restante para os cursos hídricos. Ainda segundo os autores, a limpeza urbana é o fator de maior relação com a rede de drenagem, por estar mais suscetível a atingi-la.

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

sua vez, pode ser feita através de *dois tipos de medidas*: *estruturais*, com a implantação das armadilhas ou estruturas de retenção; e *não estruturais*, envolvendo mudanças de atitude da comunidade (incluindo o comércio, a indústria e os residentes).

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 quanto à geração de resíduos podem ser tomadas no sentido de melhorar os serviços urbanos, estando entre elas:

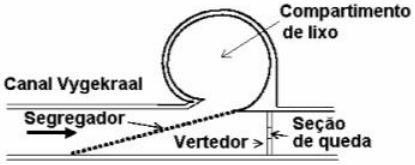
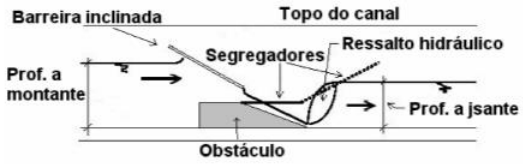
- Regular os empreendimentos com atuação no controle da implantação de construções urbanas.

- 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 com pouco recurso financeiro deve direcionar o seu foco para as medidas não estruturais apresentadas, as quais demandam menores gastos e apresentam, de modo geral, bons resultados para a redução da disposição de resíduos sólidos na drenagem urbana.

Com relação a medidas estruturais, Armitage et al. (1998, apud Tucci e Neves,2009) fazem uma compilação das medidas autolimpantes, apresentada na Tabela 7.

Tabela 7 - Evolução das estruturas de retenção de resíduos sólidos — autolimpantes

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

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

2.3.4. 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 46.

Quadro 46 - Esquema das diferentes técnicas compensatórias estruturais

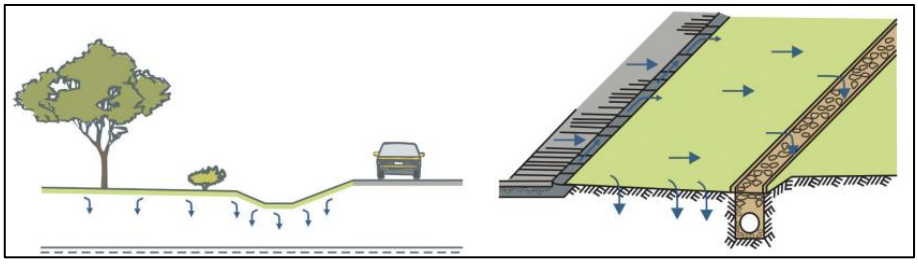
Bacias	Detenção e Retenção Infiltração Detenção/Retenção e Infiltração	
Obras lineares	Trincheiras Valas e Valetas	
	Pavimentos	Revestimentos permeáveis Pavimentos reservatório
Obras pontuais	Poços de infiltração Telhados Técnicas adaptadas à parcela	

Fonte: Adaptado de Baptista et al., 2005.

De acordo com Canholi (2005), essas 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 tem-se as bacias de detenção/retenção. As outras técnicas apresentadas no Quadro 46 (obras lineares e pontuais) são exemplos de medidas de controle na fonte. Todas essas medidas procuram agir diminuindo o pico do hidrograma na respectiva bacia.

FEAM (2006) recomenda para bacias ***subparcialmente urbanizadas*** adotar a legislação municipal como instrumento eficaz que promova a retenção e a percolação no solo das águas pluviais no perímetro urbano, tais como valas de infiltração - sistemas de drenos implantados paralelos às ruas, estradas e conjuntos habitacionais (Figura 12).

Figura 12 - Esquema de vala de infiltração

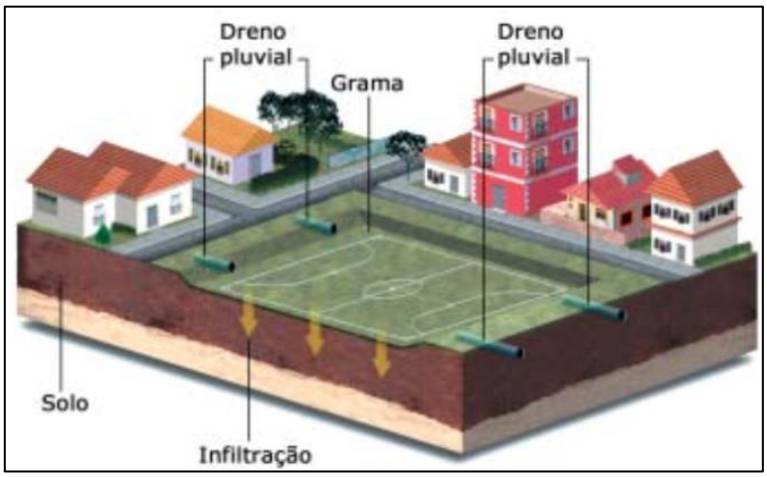


Fonte: SMDU, 2012.

FEAM (2006) também faz recomendações para situação de ***bacias urbanizadas***, quando a ocupação das margens - e mesmo da calha do rio - encontra-se consolidada e, nestes casos, a renaturalização e mesmo uma revalorização ecológica são limitadas, restando ao administrador ***intervir a* montante** do trecho, buscando reduzir os picos de vazão. Algumas soluções para infiltração das águas superficiais para o solo são:

- Pequenos reservatórios em condomínios, parques, escolas.
- Bacia para amortecimento de cheias (Figura 13).
- Pavimentação das ruas com revestimentos semipermeáveis ou permeáveis, como bloquetes e blocos de concretos vazados.
- Parques e áreas gramados.
- Medidas de apoio à população, sistema de alerta, de evacuação e de atendimento à comunidade atingida.
- Programa de educação ambiental.
- Implantação de interceptores de esgotos, viabilizando futuro tratamento.

Figura 13 - Bacia de amortecimento transformada em espaço pra lazer



Fonte: FEAM, 2012.

O diagnóstico do sistema de drenagem do município constatou que a sede sofre problemas com inundações duas vezes ao ano. Desta forma, é imprescindível a adoção de medidas que atuem no controle do escoamento superficial.

Primeiramente, propõe-se a elaboração de um cadastro da rede de drenagem da sede, visto que o município não possui esse 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 desse cadastro, propõe-se a expansão e melhoria da rede de microdrenagem, que é insuficiente no município. Além disso, é necessário realizar um planejamento da manutenção das redes de micro e macrodrenagem, que ainda são realizadas apenas em situações emergenciais.

Para o controle das inundações a Prefeitura pode considerar a instalação de estruturas de bacias de retenção/detenção e/ou infiltração para diminuir os picos de vazão que as provocam. Da mesma maneira, tanto na zona urbana quanto na rural, 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, o que será discutido mais detalhadamente adiante.

2.3.5. Diretrizes para o tratamento dos fundos de vale

O lançamento de esgotos 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. Torna-se necessária a realização de planejamento detalhado desse uso do solo, que contemple 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 todo o meio físico e ambiental existente em seu entorno. Através dessa lei é definida a distribuição espacial das atividades socioeconômicas e da população, na cidade, através do zoneamento.

Em complementação à Lei de Uso e Ocupação do Solo, existem as Leis de Zoneamento, que especificam as exatas localizações, em uma região, onde determinados usos do solo são aceitáveis ou não, definindo parâmetros como taxa de ocupação e densidades populacionais, bem como os tipos de atividades (comercial, industrial, residencial, institucional, etc.). O zoneamento pode ser usado para restringir a intensidade e o tipo de desenvolvimento em áreas de risco, como as várzeas inundáveis e encostas.

Segundo a Lei de Parcelamento do Solo Urbano (Lei nº 6.766/1979), para o uso do solo em novos empreendimentos próximos às águas correntes, deve- se preservar uma faixa de 15 metros de cada lado do curso hídrico:

> "Art. 4º. Os loteamentos deverão atender, pelo menos, aos seguintes requisitos
> (...):
> III - ao longo das águas correntes e dormentes e das faixas de domínio público das rodovias e ferrovias, será obrigatória a reserva de uma faixa não edificável de 15 (quinze) metros de cada lado, salvo maiores exigências da legislação específica".

Em 2012, o Código Florestal (Lei nº 12.651/12) tornou-se mais restritivo à ocupação de APPs, vinculando o tamanho da faixa não edificável à largura do curso hídrico:

> "Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:
> I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:
> a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
> b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

> c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
> d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
> e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
> II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:
> a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
> b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;
> III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;
> IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;
> V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive".

O Código Florestal traz, ainda, normatizações específicas para APPs em zonas urbanas consolidadas e, neste caso, a faixa a ser conservada se assemelha aos valores da Lei do Parcelamento dos Solos:

> "Art. 65. Na regularização fundiária de interesse específico dos núcleos urbanos informais inseridos em área urbana consolidada e que ocupem Áreas de Preservação Permanente não identificadas como áreas de risco, a regularização ambiental será admitida por meio da aprovação do projeto de regularização fundiária, na forma da lei específica de regularização fundiária urbana
> (...)
> § 2º Para fins da regularização ambiental prevista no caput, ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água, será mantida faixa não edificável com largura mínima de 15 (quinze) metros de cada lado".

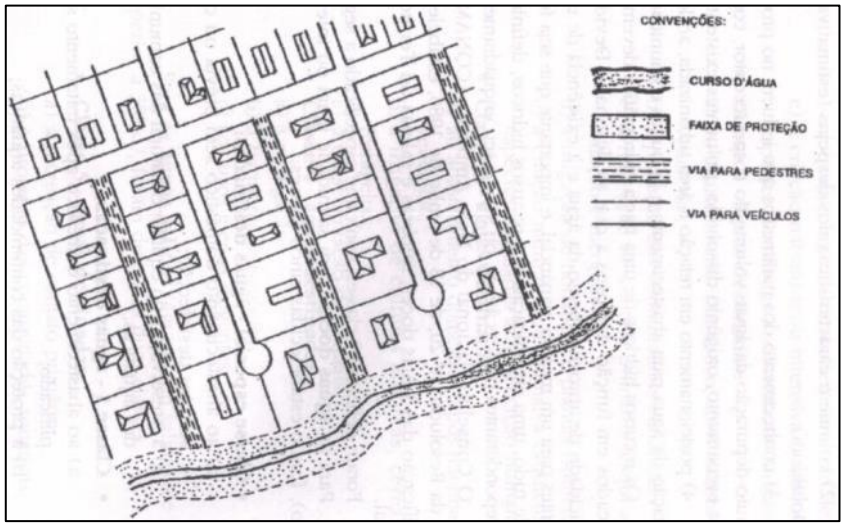
Um programa com diretrizes para fundos de vale deve ser desenvolvido considerando:

- Estudos hidrológicos considerando cheias com o tempo de retorno de 100 anos.
- Preservação dos recursos hídricos (quantitativos e qualitativos).
- Legislações específicas, sobretudo as que normatizam as faixas não edificáveis.
- Estudos geológicos e geotécnicos em áreas de riscos.

- Processos erosivos inerentes aos tipos de solo.
- Proteção do sistema natural de drenagem, preservando os caminhos do escoamento natural.

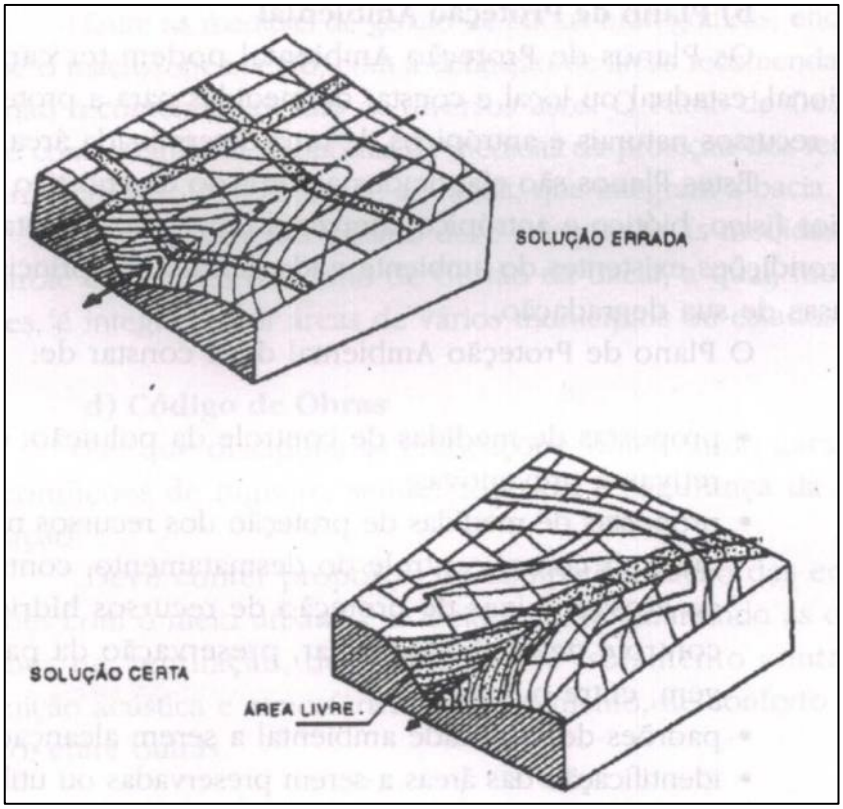
Mota (2003) apresenta, de forma didática, como orientar as ocupações urbanas ao longo das margens de cursos hídricos (Figura 14). Pode-se observar que as vias para veículos não acessam o fundo do vale (o que pode trazer resultados positivos a favor do não lançamento de resíduos), porém os pedestres têm acesso às áreas verdes e APPs instaladas nas faixas de proteção. Além disso, essas faixas podem ser maiores do que a legislação normatiza, funcionando como áreas de lazer. Mota exemplifica como fazer um loteamento respeitando os aspectos topográficos do terreno (Figura 15).

Figura 14 - Exemplo de distribuição de lotes e vias públicas nas margens de cursos d'agua



Fonte: Mota, 2003.

Figura 15 - Exemplo de parcelamento do solo considerando aspectos topográficos e condições de drenagem natural do terreno



Fonte: Mota, 2003.

2.3.6. Eventos de Emergência e Contingência

Assim como foi realizado para o Sistema de Abastecimento de Água e para o Sistema de Esgotamento Sanitário, estão listados a seguir potenciais eventos de emergência e contingência relacionados ao sistema de drenagem.

2.3.6.1. Eventos operacionais

- **Ocorrência de entupimento da rede de drenagem**: sedimentos, resíduos sólidos e esgotos sanitários na rede de microdrenagem podem causar entupimentos e levar à ocorrência de alagamentos e enchentes, principalmente quando há falta de manutenção da rede.

2.3.6.2. Eventos relacionados à gestão e ao gerenciamento

- **Falta de financiamento para a realização de manutenções**: a falta de financiamento para a realização de manutenções na rede de drenagem urbana pode levar à ocorrência de alagamentos e enchentes.

2.3.6.3. Eventos imprevisíveis

- **Ocorrência de rompimento de travessias e pontes por ocasião de eventos hidrológicos extremos**: no caso de chuvas fortes e enchentes, pode ocorrer o rompimento de tubulações, o transbordamento ou a ruptura de travessias e pontes, entre outros distúrbios, colocando em risco a segurança da população e podendo causar problemas a jusante.
- **Desmoronamento de taludes e paredes de canais**: o desmoronamento de taludes e paredes de canais representa um risco à segurança da população, bem como pode causar ou agravar o assoreamento do corpo hídrico, podendo levar à ocorrência de enchentes.
- **Ocorrência de deslizamentos de terra**: a ocorrência de deslizamentos de terra pode colocar em risco a segurança da população, bem como causar perdas materiais e até mesmo de vidas. Além disso, pode causar ou agravar o assoreamento de corpos hídricos.
- **Ocorrência de enchentes e alagamentos**: a ocorrência de enchentes e alagamentos coloca em risco a segurança e a saúde da população, bem como pode causar perdas materiais e até mesmo de vidas. Além disso, pode causar ou agravar o assoreamento do corpo hídrico a jusante.

2.4. Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

2.4.1. Projeções e estimativa de demanda do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

2.4.1.1. 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 2038. A média da massa de RSU, *per capita* em relação à população urbana, por faixa populacional utilizada nesta projeção é de 0,81kg/hab.dia para municípios com até 30 mil habitantes de acordo com MMA (2012). O Quadro 47 apresenta a projeção da geração de resíduos ano a ano para o horizonte de planejamento.

Quadro 47 - Projeção da geração de resíduos.

Ano	População urbana (hab)	População rural (hab)	População total (hab)	Quantidade de resíduos gerados (ton/dia)	Quantidade de resíduos gerados (ton/ano)
2017	2.664	2.844	5.508	4,5	1.628,4
2018	2.678	2.784	5.462	4,4	1.614,8
2019	2.687	2.730	5.417	4,4	1.601,5
2020	2.695	2.676	5.371	4,4	1.587,9
2021	2.699	2.630	5.329	4,3	1.575,5
2022	2.696	2.577	5.273	4,3	1.559,0
2023	2.695	2.516	5.211	4,2	1.540,6
2024	2.705	2.450	5.155	4,2	1.524,1
2025	2.718	2.405	5.123	4,1	1.514,6
2026	2.719	2.357	5.076	4,1	1.500,7
2027	2.721	2.312	5.033	4,1	1.488,0
2028	2.728	2.255	4.983	4,0	1.473,2
2029	2.716	2.211	4.927	4,0	1.456,7
2030	2.707	2.172	4.879	4,0	1.442,5
2031	2.708	2.103	4.811	3,9	1.422,4
2032	2.715	2.059	4.774	3,9	1.411,4
2033	2.725	2.001	4.726	3,8	1.397,2
2034	2.721	1.961	4.682	3,8	1.384,2
2035	2.726	1.916	4.642	3,8	1.372,4
2036	2.731	1.859	4.590	3,7	1.357,0
2037	2.730	1.791	4.521	3,7	1.336,6
2038	2.711	1.754	4.465	3,6	1.320,1

Fonte: SHS, 2017.

2.4.1.2. Resíduos recicláveis

Para a realização dos estudos de projeção de demanda dos serviços de manejo de resíduos sólidos para resíduos passíveis de reciclagem, foram utilizados valores médios da composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados no Brasil, conforme apresentado em 2012 na versão preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos

(versão para consulta pública). O Quadro 48 apresenta a composição gravimétrica típica dos resíduos urbanos gerados no Brasil.

Quadro 48 - Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil em 2008.

Resíduos	Participação (%)	Quantidade (t/dia)
Material reciclável	**31,9**	58.527,40
Metais	2,9	5.293,50
Aço	2,3	4.213,70
Alumínio	0,6	1.079,90
Papel, papelão e *tetrapak*	13,1	23.997,40
Plástico total	13,5	24.847,90
Plástico filme	8,9	16.399,60
Plástico rígido	4,6	8.448,30
Vidro	2,4	4.388,60
Matéria orgânica	**51,4**	94.335,10
Outros	**16,7**	30.618,90
Total	**100,0**	**183.481,50**

Fonte: IBGE, 2010 apud Ministério do Meio Ambiente, 2012.

Considerou-se a média nacional de resíduos recicláveis na massa de resíduos gerados de 31,9% para projetar uma redução de 100% desse tipo de resíduo a ser enviado à disposição final em aterro sanitário até o ano de 2038, conforme mostrado no Quadro 49. Assim, o quadro apresenta o cenário projetado para a redução (incidente sobre os parâmetros atuais de disposição) dos resíduos a serem dispostos no aterro, considerando somente o reaproveitamento dos resíduos secos passíveis de reciclagem.

Quadro 49 - Metas para redução de resíduos secos recicláveis enviados à disposição final

Ano	Quantidade de resíduos gerados (ton/ano)	Quantidade de resíduos recicláveis secos gerados (ton/ano)	Percentual de aproveitamento dos resíduos recicláveis secos (%)	Quantidade de resíduos recicláveis secos aproveitados (ton/ano)	Quantidade de resíduos enviados ao aterro (ton/ano)
2017	1.628	519	0	0	1.628
2018	1.615	515	0	0	1.615
2019	1.602	511	5	26	1.576
2020	1.588	507	10	51	1.537

Ano	Quantidade de resíduos gerados (ton/ano)	Quantidade de resíduos recicláveis secos gerados (ton/ano)	Percentual de aproveitamento dos resíduos recicláveis secos (%)	Quantidade de resíduos recicláveis secos aproveitados (ton/ano)	Quantidade de resíduos enviados ao aterro (ton/ano)
2021	1.576	503	15	75	1.500
2022	1.559	497	20	99	1.460
2023	1.541	491	25	123	1.418
2024	1.524	486	30	146	1.378
2025	1.515	483	35	169	1.346
2026	1.501	479	40	191	1.309
2027	1.488	475	45	214	1.274
2028	1.473	470	50	235	1.238
2029	1.457	465	55	256	1.201
2030	1.442	460	60	276	1.166
2031	1.422	454	65	295	1.127
2032	1.411	450	70	315	1.096
2033	1.397	446	75	334	1.063
2034	1.384	442	80	353	1.031
2035	1.372	438	85	372	1.000
2036	1.357	433	90	390	967
2037	1.337	426	95	405	932
2038	1.320	421	100	421	899

Fonte: SHS, 2017.

2.4.1.3. Resíduos orgânicos

A matéria orgânica presente nos resíduos domiciliares é passível de ser destinada a processos de tratamento, podendo ser considerada como resíduo úmido reciclável. Considerando a composição gravimétrica média dos resíduos urbanos, apresentada no Quadro 48, a matéria orgânica possui uma contribuição expressiva de 51,4% em peso na composição dos resíduos sólidos urbanos. Sendo assim, sua destinação para processos de reaproveitamento, como a compostagem e a adubação (resíduos de poda e capina), poderia contribuir de forma significativa para reduzir a quantidade de resíduos dispostos em aterros.

Para a estimativa de redução de resíduos enviados à disposição final em aterro sanitário devido ao reaproveitamento de resíduos úmidos recicláveis, foi considerada a média nacional de 51,4% e uma meta de reciclagem destes de 100%, a ser alcançada

em 2038. Assim, o Quadro 50 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 50 - Metas para redução de resíduos orgânicos enviados à disposição final

Ano	Quantidade de resíduos orgânicos gerados (ton/ano)	Percentual de aproveitamento dos resíduos orgânicos recicláveis (%)	Quantidade de resíduos orgânicos aproveitados (ton/ano)	Quantidade de resíduos enviados ao aterro (ton/ano)	Quantidade de resíduos enviados ao aterro (ton/ano)	Porcentagem de resíduos aproveitados não enviados à disposição final (%)
2017	837	0	0	1.628	1.628	0
2018	830	0	0	1.615	1.615	0
2019	823	5	41	1.560	1.535	4
2020	816	10	82	1.506	1.456	8
2021	810	15	121	1.454	1.379	12
2022	801	20	160	1.399	1.299	17
2023	792	25	198	1.343	1.220	21
2024	783	30	235	1.289	1.143	25
2025	779	35	272	1.242	1.073	29
2026	771	40	309	1.192	1.001	33
2027	765	45	344	1.144	930	37
2028	757	50	379	1.095	860	42
2029	749	55	412	1.045	789	46
2030	741	60	445	998	722	50
2031	731	65	475	947	652	54
2032	725	70	508	904	588	58
2033	718	75	539	859	524	62
2034	711	80	569	815	462	67
2035	705	85	600	773	401	71
2036	698	90	628	729	340	75
2037	687	95	653	684	279	79
2038	679	100	679	642	220	83

Fonte: SHS, 2017.

2.4.1.4. 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 51 apresenta o cenário projetado para Itaverava em relação aos rejeitos, considerando o cumprimento das metas estabelecidas para reaproveitamento dos resíduos recicláveis secos e orgânicos.

Quadro 51 - Cenário projetado para os rejeitos enviados à disposição final

Ano	Quantidade de resíduos gerados (ton/ano)	Quantidade de resíduos recicláveis secos aproveitados (ton/ano)	Quantidade de resíduos orgânicos aproveitados (ton/ano)	Quantidade de resíduos enviados ao aterro (ton/ano)	Porcentagem de resíduos aproveitados não enviados à disposição final (%)
2017	1.628	0	0	1.628	0
2018	1.615	0	0	1.615	0
2019	1.602	26	41	1.560	4
2020	1.588	51	82	1.506	8
2021	1.576	75	121	1.454	12
2022	1.559	99	160	1.399	17
2023	1.541	123	198	1.343	21
2024	1.524	146	235	1.289	25
2025	1.515	169	272	1.242	29
2026	1.501	191	309	1.192	33
2027	1.488	214	344	1.144	37
2028	1.473	235	379	1.095	42
2029	1.457	256	412	1.045	46
2030	1.442	276	445	998	50
2031	1.422	295	475	947	54
2032	1.411	315	508	904	58
2033	1.397	334	539	859	62
2034	1.384	353	569	815	67
2035	1.372	372	600	773	71
2036	1.357	390	628	729	75
2037	1.337	405	653	684	79
2038	1.320	421	679	642	83

Fonte: SHS, 2017.

Como apontado pelos dados apresentados no Quadro 51, a quantidade de resíduos dispostos em aterros sanitários é significativamente reduzida quando se procede com a reciclagem de ao menos parte dos resíduos recicláveis secos e

orgânicos. Isso aumenta a vida útil do aterro sanitário, bem como diminui os custos de disposição final dos rejeitos.

A projeção aponta que, sem considerar as metas de redução e reaproveitamento de resíduos recicláveis e orgânicos, a quantidade de resíduos aterrados teria uma pequena diminuição ao longo dos anos, sendo, para o ano de 2038, 1.320 ton/ano. Entretanto, caso atingidas as metas de reciclagem dos resíduos recicláveis secos e dos resíduos orgânicos, haveria uma redução mais expressiva da quantidade de resíduos aterrados, de até 100% para 2038, sendo enviado para disposição final 642 ton/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 desses 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 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.

2.4.2. Cálculo dos custos da prestação dos serviços

Os objetivos deste item são analisar as receitas e despesas do município oriundas da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e propor métodos de cálculo e formas de cobrança para as taxas aplicadas aos mesmos.

2.4.2.1. Panorama do setor

O município de Itaverava não disponibiliza informações sobre as despesas e receitas associadas à prestação de serviços de manejo de resíduos ao SNIS.

Porém, de acordo com informações prestadas diretamente pela Prefeitura Municipal, são gastos, em média, R$ 10.500,00 por mês, sendo R$ 7.000,00 com a terceirização do caminhão, com o motorista e com os outros funcionários (esse valor inclui Itaverava e o distrito Monsenhor Isidro).

As receitas arrecadadas são muito inferiores às despesas com o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos, resultando em *déficit* econômico. Desta forma, faz-se necessário rever a forma de cobrança adotada. Neste contexto, há alguns desafios a serem vencidos e que devem ser considerados nas metodologias propostas para o cálculo da taxa, tais como:

- Ampliar a autossuficiência econômica do setor, conforme determina a Lei n.º 11.445/07, isto é, diminuir o *déficit* operacional.
- Observar o princípio do poluidor-pagador, que busca atribuir o ônus das despesas proporcionalmente à capacidade do agente de gerar resíduos.
- Observar o **princípio da isonomia** (CF, art. 150, II).
- Observar o **princípio da capacidade contributiva** (CF, art. 145, § 1º).

2.4.2.2. Princípio da isonomia

Pela Constituição Federal, a lei, em princípio, não deve dar tratamento desigual a contribuintes que se encontrem em situação equivalente (CF, art. 150, II).

O tributo progressivo, com alíquotas crescentes por faixas de renda, por exemplo, não fere o princípio da isonomia. A igualdade aparece aqui de forma bastante elaborada na proporcionalidade da incidência em função da utilidade marginal da riqueza. Em outras palavras, quanto maior a disponibilidade econômica, maior será a parcela desta com utilizações distantes das essenciais e próximas do consumo supérfluo, logo, maior a produção de resíduos sólidos e consequentemente do custo dos serviços de coleta e remoção de lixo, contemplando, aqui, inclusive o inciso IV, § 1º do art. 29 da Lei n.º 11.445/07, que dispõe que a instituição da taxa de coleta e remoção do lixo deve, entre outros objetivos, inibir o consumo supérfluo e o desperdício de recursos.

2.4.2.3. Princípio da capacidade contributiva

Também faz parte da isonomia tratar os desiguais de modo desigual, devendo, assim, o tributo ser cobrado de acordo com as possibilidades econômicas de cada um (CF, art. 145, § 1º).

Não existe unanimidade quanto ao entendimento acerca da capacidade contributiva ou capacidade econômica do contribuinte. Geralmente, critérios como área

construída e extensão da testada do imóvel são utilizados nos métodos de cálculo como uma forma de respeitar a capacidade de pagamento do contribuinte, nos termos estabelecidos do inciso VI do art. 30 da Lei n.º 11.445/07.

2.4.2.4. Metodologias de cálculo da taxa de coleta de lixo

Os modelos apresentados seguem as diretrizes estabelecidas pela Lei Federal n.º 11.445, de 05/01/2007, que trata das diretrizes nacionais para o saneamento básico. Cabe destacar também que o conteúdo dessa proposta se amolda ao disposto na Súmula Vinculante n.º 19 do Supremo Tribunal Federal – STF, que diz:

"A taxa cobrada exclusivamente em razão dos serviços públicos de coleta, remoção e tratamento ou destinação de lixo ou resíduos provenientes de imóveis não viola o artigo 145, ii, da Constituição Federal."

Ainda observando a referida súmula, essa proposta trata como específicos e divisíveis os serviços públicos de coleta, remoção e tratamento ou destinação de lixo ou resíduos provenientes de imóveis,

> *"desde que essas atividades sejam completamente dissociadas de outros serviços públicos de limpeza realizados em benefício da população em geral (utiuniversi) e de forma indivisível, tais como os de conservação e limpeza de logradouros e bens públicos (praças, calçadas, vias, ruas, bueiros).*
>
> *Decorre daí que as taxas cobradas em razão exclusivamente dos serviços públicos de coleta, remoção e tratamento ou destinação de lixo ou resíduos provenientes de imóveis são constitucionais, ao passo que é inconstitucional a cobrança de valores tidos como taxa em razão de serviços de conservação e limpeza de logradouros e bens públicos. (...) Além disso, no que diz respeito ao argumento da utilização de base de cálculo própria de impostos, o Tribunal reconhece a constitucionalidade de taxas que na apuração do montante devido, adote um ou mais dos elementos que compõem a base de cálculo própria de determinado imposto, desde que não se verifique identidade integral entre uma base e a outra". RE 576.321 RG-QO - STF (DJe 13.2.2009) - Relator Ministro Ricardo Lewandowski - Tribunal Pleno.*

As metodologias de cálculo e as formas de cobrança propostas visam à instituição ou alteração da taxa de coleta de lixo do município, segundo sua definição na própria Constituição Federal, no bojo do inciso II do art. 145: "é o tributo cobrado

pelo exercício do poder de polícia ou pela utilização, efetiva ou potencial, de serviços públicos específicos e divisíveis, prestados ao contribuinte ou postos a sua disposição".

Portanto, taxa, além de espécie de tributo, é espécie de tributo vinculado quanto à hipótese de incidência. Ela é oriunda de uma atividade estatal especificamente referida e disponibilizada ao contribuinte. Essa característica é que constitui a hipótese de incidência. A taxa provém de um exercício regular de poder de polícia ou uma prestação, efetiva ou potencial de serviço público específico e divisível.

No caso em apreço, trata-se de uma taxa de serviços que, aos moldes da Súmula Vinculante n.º 19, é uma atuação estatal única e determinada fruída em separado por cada contribuinte. Assim, nada impede que haja uma taxa de coleta de lixo, pois nesse caso o serviço é fruído em separado.

2.4.2.4.1. Rateio dos custos pelo número de economias

Este modelo é baseado na proposta apresentada no Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, elaborado pelo IBAM (2001) em parceria com o Governo Federal.

De acordo com esta metodologia, o valor unitário da Taxa de Coleta de Lixo (TCL) pode ser calculado simplesmente dividindo-se o custo total anual ou mensal da coleta de lixo domiciliar pelo número de domicílios existentes na cidade.

Desta maneira, é possível simular quanto teria sido essa taxa no município de Itaverava no ano de 2016. Segundo o IBGE, a população da área urbana do município em 2016 era de 2.660 habitantes. Considerando uma média de 3,3 habitantes por domicílio, estima-se que havia 806 domicílios no município em 2016. Se os serviços fossem de fato oferecidos a todos esses domicílios, poder-se-ia contabilizá-los em sua íntegra nos cálculos. Dividindo-se o custo total dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos em 2016 (R$126.000,00), calculado com base nos dados do SNIS, pelo número estimado de domicílios atendidos, a taxa anual de coleta de lixo seria de R$156,33, ou seja, menos de R$20,00 por mês por domicílio.

Este modelo, embora vantajoso por sua simplicidade, não considera a capacidade de pagamento do contribuinte e não diferencia o grande gerador de resíduos sólidos dos geradores de porte "normal" ou "doméstico", os quais geram volumes significativamente menores de resíduos. Desta maneira, o IBAM (2001)

recomenda que sejam considerados outros fatores, como o fator social, que é função do poder aquisitivo médio dos moradores de determinadas regiões e que torna a cobrança socialmente mais justa. Também é citado o fator operacional, que considera as peculiaridades de cada imóvel por conta de sua tipologia (comercial, residencial, industrial, etc.) ou pode ser adotado um fator que considere os locais em função do esforço, em pessoal ou em equipamentos, empregados no sistema de coleta.

2.4.2.4.2. Cálculo baseado na tipologia do gerador

Esta metodologia leva em consideração o porte do gerador em função do volume de resíduos gerado por determinado período (dia, semana ou mês), a saber, pequenos, médios e grandes geradores. Para que seja possível aplicá-la, um cadastro dos geradores comerciais e industriais deve ser elaborado e atualizado anualmente. Esse cadastro deve conter informações sobre quantidades geradas, características dos resíduos, entre outras informações que possam ser consideradas relevantes para a coleta e destinação dos resíduos.

A seguir, são apresentadas as formas de cálculo da taxa de coleta de lixo para cada categoria.

Pequeno gerador

Enquadram-se nesta categoria os domicílios, estabelecimentos comerciais, prestadores de serviço e indústrias que geram pequenas quantidades de resíduos, isto é, menos de 100L/dia.

Para esse tipo de gerador, o cálculo da taxa é feito de forma análoga à descrita no item 2.4.2.4.1, de acordo com a seguinte fórmula:

$$Taxa_{Lixo\ (P)}(R\$) = \frac{custos\ com\ a\ coleta\ convencional\ (R\$)}{n^{o}\ de\ usuários\ (residências, comércios\ e\ serviços)}$$

Para os geradores que não ultrapassam 100L/dia, a Prefeitura Municipal deve se responsabilizar pela retirada de:

- Resíduos domiciliares.
- Materiais de varredura domiciliar.

- Resíduos originários de restaurantes, bares, hotéis, quartéis, mercados, matadouros, abatedouros, cemitérios, recinto de exposições, edifícios públicos em geral, resíduos de estabelecimentos comerciais e resíduos inócuos de estabelecimentos industriais.
- Restos de limpeza e de poda de jardim, desde que caibam em recipientes de 100L.
- Restos de móveis, de colchões, de utensílios, de mudanças e outros similares, em pedaços, que fiquem contidos em recipiente de até 100L.
- Animais mortos, de pequeno porte.

Médio gerador

Enquadram-se nesta categoria os estabelecimentos comerciais e industriais que geram entre 100 e 200L/dia de resíduos sólidos.

Para geradores desse porte, a taxa é calculada com base em alíquotas fixas incidentes sobre o valor locativo anual dos imóveis, na porcentagem de 1,5%. Destaca-se que o valor locativo anual dos prédios representa 10% do valor venal.

$$Valor_{locativo}(R\$) = 10\% \times Valor_{venal}(R\$)$$

$$Taxa_{Lixo\ (P)}(R\$) = 1{,}5\% \times Valor_{locativo}(R\$)$$

Grande gerador

Enquadram-se nessa categoria os estabelecimentos comerciais e industriais que geram mais de 200L/dia de resíduos sólidos.

Para os geradores deste porte, a taxa é calculada com base em alíquotas fixas incidentes sobre o valor locativo anual dos imóveis, na porcentagem de 3%. Destaca-se que o valor locativo anual dos prédios representa 10% do valor venal.

$$Valor_{locativo}(R\$) = 10\% \times Valor_{venal}(R\$)$$

$$Taxa_{Lixo\ (P)}(R\$) = 3\% \times Valor_{locativo}(R\$)$$

Os médios e grandes geradores que tiverem interesse em que a Prefeitura Municipal colete seus resíduos deverão proceder à comunicação formal e se cadastrar junto à administração pública do município. Nesses casos, a Prefeitura poderá realizar a retirada dos seguintes materiais, mediante pagamento:

- Animais mortos de grande porte.

- Móveis, colchões, utensílios, sobras de mudanças e outros similares, cujos volumes excedam o limite de 100L/dia.
- Restos de limpeza e de poda que excedam o volume de 100L.
- Resíduos industriais ou comerciais, não perigosos, de volume superior a 100L.
- Entulho, terra e sobras de materiais de construção de volume superior a 50L.

2.4.2.4.3. Cálculo baseado na área construída do imóvel

Este método leva em consideração a área construída do imóvel ou ainda sua testada, partindo do pressuposto de que a geração de lixo é diretamente proporcional ao tamanho do imóvel. Neste caso, em geral, a taxa de coleta de lixo é calculada pelo produto de um fator de referência tabelado, que pode ser relacionado à localização e/ou tipo (domiciliar, comercial ou industrial) do imóvel; à área construída e da Unidade Fiscal do Município (UFM). Ao acrescentar a variável referente à dimensão do imóvel essa metodologia busca tornar a taxa mais justa, cobrando mais dos usuários que gerem maior pressão sobre o sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

$$Taxa_{lixo} = fator\ de\ referência \times área\ construída\ ou\ testada\ do\ imóvel \times UFM$$

A fim de ilustrar a metodologia, foi realizada uma simulação considerando UFM = R$20,00 e os fatores de referência da Tabela 8, que consideram o tipo do imóvel (residencial ou comercial) e sua localização, supondo uma divisão hipotética do município em três zonas residenciais e duas comerciais, conforme ilustrado na tabela apresentada a seguir.

Tabela 8 - Fatores de referência hipotéticos para o cálculo da taxa de coleta de lixo baseado na área construída do imóvel

Zonas		Fator de referência
A	**Residencial 1**	0,10
B	**Residencial 2**	0,15
C	**Residencial 3**	0,20
D	**Comercial 1**	0,25
E	**Comercial 2**	0,40

Fonte: SHS, 2017.

Assim, foram simuladas as taxas de coleta de lixo baseadas neste método para imóveis hipotéticos de áreas construídas de 50 e 100m² de cada zona determinada (Tabela 9).

Tabela 9 - Simulação das taxas de coleta de lixo baseadas na área construída do imóvel

Zona	Fator de referência	Área construída (m²)	Taxa anual de coleta de lixo (R$)	Taxa mensal de coleta de lixo (R$)
Residencial 1	0,10	50	100,00	8,33
Residencial 1	0,10	100	200,00	16,67
Residencial 2	0,15	50	150,00	12,50
Residencial 2	0,15	100	300,00	25,00
Residencial 3	0,20	50	200,00	16,67
Residencial 3	0,20	100	400,00	33,33
Comercial 1	0,25	50	250,00	20,83
Comercial 1	0,25	100	500,00	41,67
Comercial 2	0,40	50	400,00	33,33
Comercial 2	0,40	100	800,00	66,67

Fonte: SHS, 2017.

2.4.2.4.4. Cálculo baseado no consumo de água

De forma geral, as metodologias utilizadas até o momento têm se mostrado pouco eficazes em atender ao princípio que permite cobrar do gerador de resíduos sólidos de acordo com a sua capacidade de produzir tais resíduos. A área construída e a localização do imóvel são critérios bastante razoáveis para atender ao princípio da capacidade pagamento, mas pouco eficazes quanto à capacidade geradora.

Sabe-se que a geração de resíduos sólidos está associada a fatores como renda, idade e nível educacional, difíceis de serem mensurados. Entretanto, recentemente, alguns estudos têm mostrado que há significativa correlação entre o consumo de água por economias (ou domicílios) e geração de resíduos.

Assim, a metodologia proposta por D'ella (2000 *apud* Onofre, 2011) consiste em incluir o volume de água consumido pelas economias no cálculo da taxa de coleta de lixo, como na equação a seguir.

$$Taxa_{Lixo} = \left(\frac{consumo\ de\ água\ da\ economia\ (m^3)}{consumo\ de\ água\ total\ no\ município\ (m^3)}\right) \times custo\ dos\ serviços\ (R\$)$$

É possível simular quanto teria sido essa taxa no município de Itaverava no ano de 2016 para domicílios com diferentes padrões de consumo de água. Foram utilizados os mesmos dados considerados no cálculo da taxa pelo método do rateio dos custos pelo número de economias, isto é, população urbana de 2.660 habitantes, total de 806 domicílios e custo total dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos de R$126.000,00. Foi estimado ainda o consumo de água total na área urbana do município a partir do valor do consumo *per capita* de água indicado pela COPASA (154,25L/hab.dia), resultando em um total de 149.760m³ de água consumidos em 2016.

A partir desses valores, foram simuladas as taxas de coleta de lixo urbano que seriam aplicadas em 2016 para domicílios com consumo anual de água de 50, 100, 150 e 200m³ (Tabela 10). Como é possível observar, essa metodologia permite que o pagamento da taxa seja proporcional à geração de lixo pela economia, observando o princípio do poluidor-pagador.

Tabela 10 - Simulação das taxas de coleta de resíduos sólidos baseadas no consumo de água

Consumo anual de água da economia (m³)	Taxa anual de coleta de lixo urbano	Taxa mensal de coleta de lixo urbano
50	R$ 84,13	R$ 7,01
100	R$ 126,20	R$ 10,52
150	R$ 168,27	R$ 14,02
200	R$ 210,33	R$ 17,53

Fonte: SHS, 2017.

2.4.2.4.5. Cálculo alternativo baseado no consumo de água

A fim de se aperfeiçoar o método proposto por D'ella (2000 *apud* Onofre, 2011), levando em conta o princípio da capacidade de pagamento, são propostos alguns ajustes, a saber:

- Classificar as economias em zonas de acordo com sua localização e tipologia.
- Criar um fator de referência relacionado a cada zona, a ser considerado junto à área construída, a fim de apurar o cálculo e impedir, por exemplo, que residências de alto padrão em bairros populares sejam subtaxadas.

A nova taxa seria calculada da seguinte forma:

$$Taxa_{Lixo} = (fator\ de\ referência\ \times\ área\ construída\ em\ m^2) + fator\ água.$$

Na qual o fator água se dá pela seguinte equação:

$$fator\ água\ = 0{,}3 \times \left(\frac{consumo\ de\ água\ da\ economia\ (m^3)}{consumo\ de\ água\ total\ no\ município\ (m^3)}\right) \times custo\ dos\ serviços\ (R\$)$$

A fim de ilustrar a metodologia, foi realizada uma simulação considerando os fatores de referência da Tabela 11.

Tabela 11 - Fatores de referência hipotéticos para o cálculo da taxa de coleta de lixo baseado no consumo de água

Zonas		Fator de referência
A	**Residencial 1**	0,30
B	**Residencial 2**	0,60
C	**Residencial 3**	0,90
D	**Comercial 1**	1,00
E	**Comercial 2**	1,50

Fonte: SHS, 2017.

Assim, foram simuladas as taxas calculadas por este método para economias hipotéticas de 100m² de área construída de cada zona determinada. Para os imóveis residenciais, os cálculos foram realizados considerando-se dois valores diferentes de consumo anual de água: 100 e 200m². Já para os imóveis comerciais, foram considerados 150 e 300m². Os resultados da simulação estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Fatores de referência hipotéticos para o cálculo da taxa de coleta de lixo baseado no consumo de água

Zona	FR	Área (m²)	Consumo de água (m³)	Taxa anual	Taxa mensal
Residencial 1	0,30	100	100	R$ 25,24	R$ 55,24
Residencial 1	0,30	100	200	R$ 50,48	R$ 80,48
Residencial 2	0,60	100	100	R$ 25,24	R$ 85,24
Residencial 2	0,60	100	200	R$ 50,48	R$ 110,48
Residencial 3	0,90	100	100	R$ 25,24	R$ 115,24
Residencial 3	0,90	100	200	R$ 50,48	R$ 140,48
Comercial 1	1,00	100	150	R$ 37,86	R$ 137,86
Comercial 1	1,00	100	300	R$ 75,72	R$ 175,72
Comercial 2	1,50	100	150	R$ 37,86	R$ 187,86
Comercial 2	1,50	100	300	R$ 75,72	R$ 225,72

Fonte: SHS, 2017.

Embora ausente dessa metodologia de cálculo, um fator interessante no sentido de se fazer justiça tributária aliada às práticas de políticas públicas ambientalmente sustentáveis é a criação de um redutor de preço da taxa ao se premiar o uso de tecnologias modernas e eficientes no manejo com os resíduos sólidos, observando o disposto no art. 29, § 1º, VII da Lei n.º 11.445/07.

Essa metodologia de cálculo traz alguns benefícios:

- Considera um maior número de variáveis, tornando a cobrança mais justa e observando os princípios do poluidor-pagador, da isonomia e da capacidade contributiva.
- Permite que a cobrança seja proporcional ao uso que cada economia faz do serviço, ao gerar mais ou menos volume de resíduos.
- Permite atenuar as distorções causadas quando, por exemplo, uma residência de padrão elevado está situada em uma zona residencial popular, ao considerar, além da localização, o porte dos imóveis.
- Estimula o uso racional da água, uma vez que o volume de água consumido é parte da base de cálculo do tributo.

2.4.2.5. Formas de cobrança da taxa de coleta de lixo

A forma de cobrança pelos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos a ser adotada pelo município deverá ser escolhida com base no que melhor se adequar às especificidades locais e deverá ser estabelecida por legislação municipal.

Usualmente, cobra-se a taxa de coleta de lixo anualmente junto ao Imposto Predial Territorial Urbano (IPTU). Entretanto, foram observados alguns problemas relacionados a essa forma de cobrança. Verifica-se que há um alto nível de inadimplência no pagamento desse tributo, o que afeta diretamente o recebimento das receitas referentes aos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Além disso, o fato de se tratar de uma entrada de recursos anual, em contrapartida ao repasse mensal às empresas executoras dos serviços, gera um cenário de *déficit* acumulado.

Visando evitar esses problemas, uma forma alternativa de cobrança da taxa de coleta de lixo seria a cobrança mensal, junto à taxa/tarifa de água. É possível realizar uma parceria entre a Prefeitura Municipal e a empresa que tem a concessão dos

serviços de água e esgoto (tarifa) ou o SAAE (taxa), na qual a Prefeitura faria uso do sistema já consolidado da empresa e esta receberia um determinado valor por economia cobrada, reduzindo seu custo de faturamento/cobrança.

2.4.3. 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 Itaverava foram consultadas as seguintes fontes:

- Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos da Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República (SEDU).
- Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas:
    - NBR 10157/87 - Aterros de resíduos perigosos - critérios para projeto, construção e operação – procedimento.
    - NBR 13896/97 - Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação – procedimento.
    - NBR 15849/10 - Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento.
- Lei Federal nº 12.305/10 e Decreto nº 7.404/10.
- Estudo de alternativas locacionais para Aterros Sanitários, (JARDIM, 1995).
- Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (IBAM-SEDU).

- Documento de orientação de Limpeza Pública – MINTER/CNDU/CETESB.
- Lei Federal nº 9.985/2.000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.
- Resolução n° 428, de 17 de dezembro de 2010, que 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.

Foram considerados alguns critérios técnicos, econômico-financeiros e político-sociais das fontes consultadas, para a consideração de áreas a serem usadas como aterro de rejeitos. Tais critérios são:

- Os aterros devem respeitar distâncias da ordem de 500 metros de núcleos habitacionais e 200 metros de qualquer coleção hídrica (NBR 13896/97e NBR 15849/10).
- Deverá ser considerada uma área que propicie uma vida útil mínima de 20 anos ao aterro (IBAM - SEDU, 2001).
- Os aterros sanitários devem ser idealmente localizados em áreas isoladas, de baixo valor comercial e de baixo potencial de contaminação do aquífero.
- A área deve estar localizada em terreno com solo de baixa permeabilidade e com declividade média inferior a 30% e deverão ser evitadas várzeas sujeitas à inundação (NBR 13896/97 e NBR 15849/10).
- A localização da área não poderá ocorrer, em nenhuma hipótese, em áreas erodidas, em especial em voçorocas, em áreas cársticas ou em Áreas de Preservação Permanente – APP (CONAMA Nº404, NBR15849/97).
- É desejável que o percurso de ida (ou de volta) que os veículos de coleta fazem até o aterro, através das ruas e estradas existentes, seja o menor possível, com vistas a reduzir o seu desgaste e o custo de transporte do lixo (IBAM - SEDU, 2001).

- Os aterros devem ser localizados em áreas e regiões de fácil acesso e abundante disponibilidade de material de cobertura.
- Sempre que possível, as áreas devem estar situadas em terrenos de alto conteúdo de argila, em face da baixa permeabilidade e da elevada capacidade de adsorção de tais solos.
- E ainda, os aterros deverão ser construídos fora de áreas de interesse ambiental.
- Não devem ser escolhidas áreas que tenham recorrência de inundação, em períodos de recorrência de 100 anos (NBR 13896/97 e NBR 15849/10).

A Figura 16 resume a aplicação dos critérios estabelecidos por legislações, regulamentações e normas técnicas específicas para escolha da localização da área para instalação do aterro sanitário.

Figura 16 - Critérios a serem adotados para escolha da localização da área

Fonte: Adaptado de FEAM, 2008.

O município não possui Área de Proteção Ambiental (APA). 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 artigo 1º que “o licenciamento de empreendimentos de significativo impacto ambiental que possam afetar Unidade de Conservação (UC) específica ou sua Zona de Amortecimento (ZA), assim considerados

pelo órgão ambiental licenciador, com fundamento em Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), só poderá ser concedido após autorização do órgão responsável pela administração da UC".

Sendo assim, para a instalação de um empreendimento do porte de um aterro, dentro da UC ou na ZA, é necessário autorização dos órgãos executores do Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC). Ainda segundo o SNUC, uma Área de Proteção Ambiental (APA) não é obrigada a apresentar a Zona de Amortecimento.

2.4.3.1. Dimensionamento da área necessária para instalação de um aterro sanitário em Itaverava

Para a quantificação da área necessária ao empreendimento, utilizou-se a metodologia proposta no Manual do IBAM, além de dados projecionais utilizados para estimar a área. Os parâmetros utilizados foram:

- nº de habitantes do município estimado para 2017: 5.508 habitantes;

- produção de resíduos estimada para todo o município, incluindo zona rural em 2017: 4,5 toneladas/dia, conforme a projeção do item 2.4.1, para o cenário com 0% de reciclagem. Ressalta-se que foi utilizado o pior cenário, no caso o do ano de 2017, visto que um aterro que atende a 5.508 habitantes (2017) consegue atender a 4.465 habitantes (2038).

Quadro 52 - Área necessária em m²

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	x 560	Área necessária m²
4,5		**2.520**

Fonte: IBAM, 2001

Conforme apresentado no Quadro 52, para o montante de resíduos gerados em Itaverava será necessária uma área de aproximadamente 2.520m² 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, para locais próximos à malha viária. O terceiro fator limitante é a localização em Unidade de Conservação.

Ressalta-se, porém, que atualmente o Município envia o resíduo para um aterro sanitário (consórcio) e não tem interesse em construir aterro, o que poderá ser feito no futuro. Em contrapartida, existe a possibilidade de instalação de uma UTC ao invés de aterro sanitário nos pontos propostos.

Para cada tonelada de material a ser manejado, são necessários cerca de 300 m² no galpão. Considerando o planejamento de atingir a meta de 1,42 ton/dia em 2038, o espaço adequado para triagem será de aproximadamente 430m². O restante da área proposta (2.090m²) poderá ser utilizada para o pátio de compostagem, entreposto de galhos, entre outros.

Feitas tais considerações, a presente análise, que deve ser considerada apenas preliminarmente[1], resultou na sugestão de cinco áreas, segundo suas coordenadas *23K UTM*, cujas localizações são mostradas a seguir na Figura 17 e Figura 18**.**

Área 1: *640.760m E 7.717.834m S*

Área 2: *647.354m E 7.720.392m S*

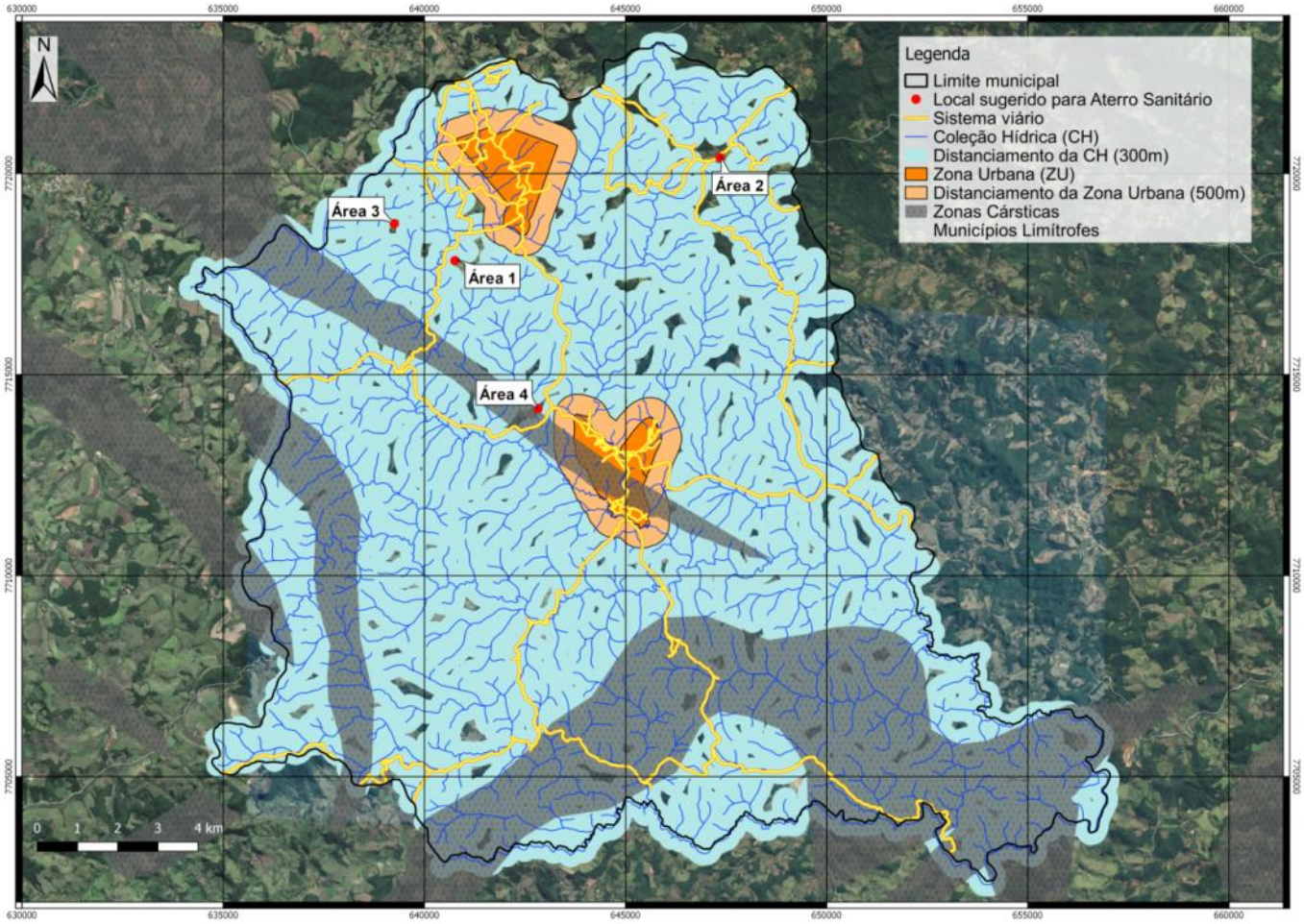
Área 3: *639.250m E 7.718.753m S*

Área 4: *642.823m E 7.714.156m S*

A Figura 17 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 a Área de Proteção Ambiental e seus respectivos distanciamentos necessários. A Figura 18 facilita a visualização dos locais das áreas sugeridas, uma vez que é apresentada com menos elementos interferindo visualmente.

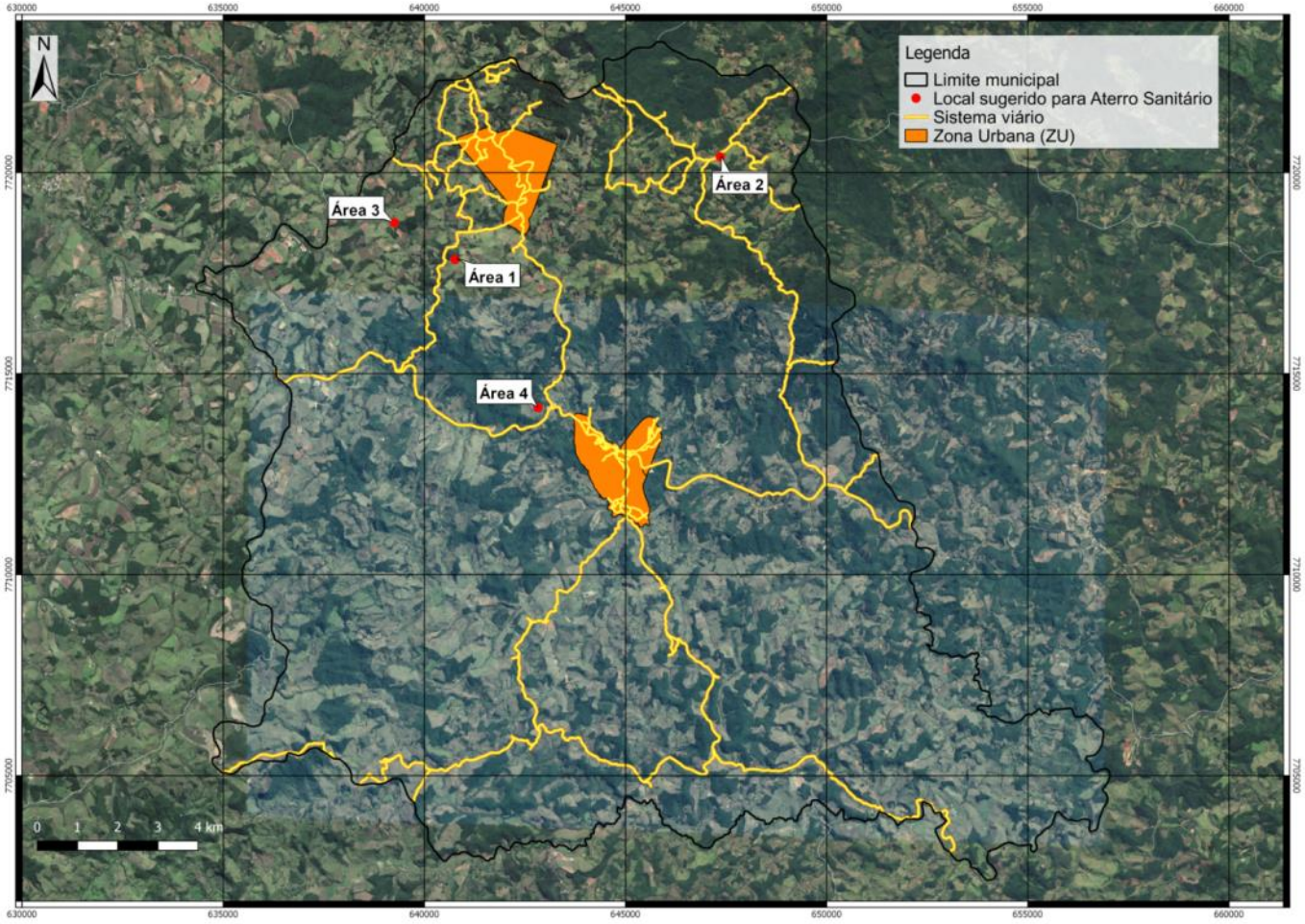
[1] É preciso considerar uma série de estudos necessários para escolha final do local adequado, como análises geotécnicas definidas por normas técnicas específicas.

Figura 17 - Áreas sugeridas para instalação do Aterro Sanitário (AS)



Fonte: Google Earth©, SHS, 2017.

Figura 18 - Áreas sugeridas para instalação do Aterro Sanitário (AS)



Fonte: Google Earth, SHS, 2017.

2.4.4. *Critérios para escolha da área para projeto e implantação de aterro de resíduos da construção civil e de resíduos inertes.*

Os critérios para projeto e implantação de um aterro para resíduos inertes, (classe II segundo NBR 10.004/2004), são orientados pela Resolução CONAMA nº 307/02, de 5 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Complementada pela Resolução CONAMA nº 488, a Resolução nº307/02, em seu art. 3º, classifica os resíduos da construção civil (RCC) da seguinte forma:

> **Classe A** - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
> **Classe B** - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso;
> **Classe C** - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;
> **Classe D**: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas 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) citam que os resíduos da construção civil pertencem à Classe II B– inertes (classificação segundo NBR). Porém, devido ao caráter específico de cada obra e à composição dos materiais, podem ser gerados nos canteiros de obras resíduos que se enquadrem igualmente nas Classes I e II A, perigosos e não inertes, respectivamente. Este fato, juntamente com as especificações da Resolução CONAMA nº 307/02, demanda, anteriormente a um aterro de resíduos inertes, a instalação de

uma área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ATT), o que obriga os gestores a definir a localidade da ATT, podendo ser próxima, em conjunto ou distante do aterro.

Após definida a área necessária para o aterro, será então preciso seguir alguns critérios para o projeto e implantação do mesmo, previstos nas leis e normas técnicas listadas a seguir:

- Resolução CONAMA nº 307, alterada pelas Resoluções nº 448/12, 431/11 e 348/04: estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
- Lei Estadual nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009: dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos.
- NBR 10.004/2004 – Resíduos Sólidos – Classificação.
- NBR 8.419/1992 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.
- NBR 15.113/2004 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação.
- NBR 13896/97 Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação.
- NBR 15113/2004 - Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação.

A Resolução CONAMA nº 307/02, alterada pelas Resoluções nº 448/12, 431/11 e 348/04 define como critérios para a área a ser utilizada para aterros de inertes:

> "... área tecnicamente adequada onde serão empregadas técnicas de destinação de resíduos da construção civil classe A no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente e devidamente licenciado pelo órgão ambiental competente".

A NBR 15113/2004 - Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação, a qual dispõe que para a avaliação da adequabilidade de um local os seguintes aspectos devem ser observados: a) geologia e tipos de solos existentes; b) hidrologia; c) passivo ambiental; d) vegetação; e) vias de acesso; f) área e volume disponíveis e vida útil; g) distância de núcleos populacionais.

A NBR 13896/97 – Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para Projeto, Implantação e Operação - procedimento propõe algumas considerações indispensáveis, entre as quais se destacam:

- Critérios para localização:
  - O local utilizado para a implantação de aterros de resíduos da construção civil classe A e resíduos inertes deve ser tal que:

a) O impacto ambiental a ser causado pela instalação do aterro seja minimizado.
b) A aceitação da instalação pela população seja maximizada.
c) Esteja de acordo com o zoneamento da região.
d) Possa ser utilizado por um longo espaço de tempo, necessitando apenas de um mínimo de obras para início da operação.

- Parâmetros técnicos a serem avaliados:

a) Topografia- característica de fator determinante na escolha do método construtivo e nas obras de terraplanagem para construção e instalação. Recomenda-se que sejam adotados locais com declividade superior a 1% e inferior a 30%;

b) Geologia e tipos de solos existentes- tais indicações são importantes na determinação da capacidade de depuração do solo e da velocidade de infiltração. Considera-se desejável a existência, no local, de um depósito natural extenso e homogêneos de materiais com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-5}cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0m;

c) Recursos hídricos - deve ser avaliada a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas. O aterro deve ser localizado a uma distância mínima de 200m de qualquer coleção hídrica ou curso de água;

d) Vegetação - o estudo macroscópico da vegetação é importante, uma vez que ela pode atuar favoravelmente na escolha de uma área quanto aos aspectos de redução do fenômeno de erosão, da formação de poeira e transporte de odores;

e) acessos - fator de evidente importância em um aterro, uma vez que são utilizados durante a sua operação;

f) Tamanho disponível e vida útil - em um projeto estes fatores encontram-se inter-relacionados e recomenda-se a construção de aterros com vida útil mínima de 10 anos;

g) Distância mínima a núcleos populacionais - deve ser avaliada a distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais. Recomenda-se que esta distância seja superior a 500 m.

Em qualquer caso, obrigatoriamente os seguintes critérios devem ser observados:

a) o aterro não deve ser executado em áreas sujeitas a inundações em períodos de recorrência de 100 anos;

b) entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático deve haver uma camada natural de espessura mínima de 1,5m de solo insaturado. O nível do lençol freático deve ser medido durante a época de maior precipitação pluviométrica da região.

c) o aterro deve ser executado em áreas onde haja a predominância no subsolo de material com coeficiente de permeabilidade inferior a 5x10-5 cm/s;

d) os aterros só podem ser construídos em conformidade com a legislação local de uso e ocupação do solo.

Já a escolha para instalação de uma área de triagem e transbordo (ATT), definida pela NBR 15112/04, é meramente econômica e estratégica, já que se trata de uma atividade de simples triagem e movimentação de massas.

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

Os Resíduos de Construção Civil e Demolição (RCDs) representam uma grande parcela dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs). Como é possível notar nos estudos de diversos autores, os RCDs 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 desse tipo de resíduo, de forma a evitar os impactos ambientais e socioeconômicos causados pela disposição inadequada em vias públicas, terrenos baldios e até mesmo em aterros sanitários.

Neste contexto, a reciclagem dos RCDs apresenta-se não apenas como uma forma de reduzir os impactos ambientais causados pela disposição incorreta, mas também como uma maneira de reduzir a quantidade de resíduos enviados para os aterros de inertes e de 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 RCDs 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 reúso 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 RCDs 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% localizam-se no estado de Minas Gerais – ainda que este seja o estado com maior número de municípios no país – e somente 6% estão em municípios com população inferior a 50 mil habitantes – ainda que estes sejam maioria no Brasil.

Segundo Jadovski (2006), a capacidade de produção mínima de uma usina de reciclagem de RCD a fim de se obter viabilidade econômica é de 30 ton/h. Considerando que a usina funcionaria durante 8 h/dia por uma média de 250 dias úteis no ano e que possuiria uma eficiência de 80% em relação à capacidade nominal, essa usina produziria 60.000 ton/ano de agregados reciclados de RCD. Considerando que cerca de 90% em massa do RCD produzido em um município são 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 ton/ano. Considerando a massa específica do RCD como 1.200 kg/m³ (ABRECON, 2015), isto representaria um volume de resíduos de 55.000 m³/ano ou ainda 4.583 m³/mês.

A fim de se fazer uma análise preliminar da viabilidade econômica de implantação de uma usina de reciclagem de RCD no município de Itaverava, foram estimadas as quantidades desse tipo de resíduos potencialmente gerados nos próximos anos a partir das projeções populacionais realizadas para os anos de 2017 a 2038. Para tal, usualmente considera-se uma média de 500 kg/hab.ano baseada na pesquisa de Pinto (1999). Porém, como esse valor foi estimado considerando municípios de médio a grande porte, nesta análise foi considerada a média de 367 kg/hab.ano, estimada, por *método semelhante*, por Angulo *et al* (2011) para um município de 36.300 hab. do noroeste do estado de São Paulo, realidade esta que pode ser considerada semelhante à de Itaverava. No Quadro 53, estão apresentados os resultados desta projeção.

Quadro 53 - Projeção de geração de RCD de Itaverava

Ano	Quantidade de RCD gerados		
	ton/ano	m³/ano	m³/mês
2017	2.021,4	1.684,5	140,4
2018	2.004,6	1.670,5	139,2
2019	1.988,0	1.656,7	138,1
2020	1.971,2	1.642,6	136,9
2021	1.955,7	1.629,8	135,8
2022	1.935,2	1.612,7	134,4
2023	1.912,4	1.593,7	132,8
2024	1.891,9	1.576,6	131,4
2025	1.880,1	1.566,8	130,6
2026	1.862,9	1.552,4	129,4
2027	1.847,1	1.539,3	128,3
2028	1.828,8	1.524,0	127,0
2029	1.808,2	1.506,8	125,6
2030	1.790,6	1.492,2	124,3
2031	1.765,6	1.471,4	122,6
2032	1.752,1	1.460,0	121,7
2033	1.734,4	1.445,4	120,4
2034	1.718,3	1.431,9	119,3
2035	1.703,6	1.419,7	118,3
2036	1.684,5	1.403,8	117,0
2037	1.659,2	1.382,7	115,2
2038	1.638,7	1.365,5	113,8

Fonte: SHS, 2017.

Como é possível notar no Quadro 53, a geração de RCD estimada para o município em 2038 de 1.638,7 ton/ano é significativamente reduzida quando comparada à massa de 66.000 ton/ano processada por usina com a capacidade mínima para se obter viabilidade econômica. De fato, apenas 6% das usinas que responderam à pesquisa setorial da ABRECON (2015) estão em municípios com menos de 50 mil habitantes, o que indica esta tendência de inviabilidade de implantação de usinas de RCD para municípios de pequeno porte.

Ainda segundo a ABRECON (2015), o baixo valor cobrado e a dificuldade de venda do agregado reciclado de RCD são os principais problemas que comprometem a viabilidade econômica das usinas de reciclagem desse tipo de resíduo. Por outro lado, há algumas formas de se tornar a reciclagem de RCD mais viável economicamente, tais como:

- Investir em usinas móveis, que, diferentemente das usinas fixas, podem ser transportadas até os locais das obras e exigem menos mão de obra (ABRECON, 2015).
- Realizar outras atividades econômicas complementares à reciclagem dos RCD, de maneira a reduzir custos com a implantação e a operação da usina ou ainda de forma que outras atividades mais lucrativas subsidiem a reciclagem de RCD.
- Investir em soluções consorciadas com outros municípios.

Vale salientar que, considerando apenas o número de habitantes dos municípios da região de Itaverava, mesmo soluções consorciadas dificilmente seriam viáveis economicamente. Considerando a geração mínima de 66.000 ton/ano de RCD e a média de 367 kg/hab.ano, esta usina teria que atender ao menos 179.837 habitantes para atingir a viabilidade econômica.

2.4.6. Eventos de Emergência e Contingência

A seguir são elencados alguns potenciais eventos de emergência e contingência relacionados ao Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos da mesma maneira como foi feito para os demais sistemas de saneamento básico.

Note-se que a separação dos mesmos em eventos operacionais e eventos de gestão e gerenciamento, é puramente didática, uma vez que o bom funcionamento e a durabilidade dos equipamentos e componentes dos sistemas são altamente dependentes da gestão eficiente dos mesmos.

2.4.6.1. Eventos operacionais

- **Ocorrência de avarias ou falha mecânica nos veículos coletores**: a ocorrência de avarias nos veículos coletores reduz a capacidade de coleta do sistema, podendo levar à interrupção local do serviço.
- **Ocorrência de avarias em equipamentos e em unidades do sistema de manejo de resíduos sólidos (aterros, oficinas, galpões, usinas, etc.)**: a ocorrência de avarias em equipamentos e unidades do sistema de manejo de resíduos sólidos pode limitar a capacidade de funcionamento desses serviços.
- **Ocorrência de acidentes de trabalho por ocasião da coleta de resíduos sólidos**: durante a coleta de resíduos sólidos, os trabalhadores podem sofrer diversos

tipos de acidentes, tais como quedas, atropelamentos, cortes, mordidas de animais, etc.

- **Ocorrência de acidentes de trabalho em unidades do sistema de manejo de resíduos sólidos (aterros, oficinas, galpões, usinas, etc.)**: os trabalhadores do sistema de manejo de resíduos sólidos estão sujeitos a diversos tipos de acidentes de trabalho, tais como quedas, cortes, soterramento, contaminação por resíduos perigosos, etc.

- **Ocorrência de desestabilização ou rompimento de taludes no aterro sanitário:** esse evento pode causar poluição dos solos e águas devido à quebra do confinamento do sistema de aterramento de resíduos levando à liberação de líquidos percolados, gases e dos próprios resíduos ao meio ambiente.

- **Ocorrência de má operação do aterro no que se refere à compactação da massa de resíduos:** se a massa de resíduos não for bem compactada na vala de aterramento, com o processo de biodegradação dos resíduos, pode ocorrer uma espécie de assentamento tardio do material aterrado, resultando na diminuição da estabilidade do aterro.

2.4.6.2. Eventos relacionados à gestão e ao gerenciamento

- **Falta de financiamento para o sistema operacional e a realização de manutenções**: a falta de financiamento para o sistema operacional e a realização de manutenções pode levar à interrupção dos serviços de coleta e manejo de resíduos sólidos.

- **Paralisação da coleta regular**: a paralisação dos serviços de coleta regular acarreta disposição irregular desses resíduos, podendo causar diversos problemas, como o entupimento das estruturas de microdrenagem, a proliferação de vetores de doenças, entre outros.

- **Paralisação dos serviços de varrição, poda e capina**: a paralisação dos serviços de varrição, poda e capina acarreta na disposição irregular desse tipo de resíduo, o que pode levar, por sua vez, à atração de animais peçonhentos, ao entupimento das estruturas de drenagem urbana, entre outros problemas.

- **Paralisação dos serviços de coleta seletiva de resíduos recicláveis**: a paralisação da coleta seletiva de resíduos recicláveis impede a destinação adequada

dos mesmos, levando à disposição irregular junto a outros tipos de resíduos ou ainda nas vias públicas.

- **Paralisação dos serviços de coleta de resíduos perigosos e de serviços de saúde**: a paralisação da coleta de resíduos perigosos e de serviços de saúde leva à disposição inadequada desse tipo de material, gerando riscos à saúde e à segurança da população, além da possibilidade de geração de um passivo ambiental.

2.4.6.3. Eventos imprevisíveis

- **Ocorrência de incêndios em edificações do sistema de manejo de resíduos sólidos (oficinas, galpões, usinas, etc.)**: a ocorrência de incêndios em edificações do sistema de manejo de resíduos sólidos coloca em risco a segurança dos operadores do sistema e da população de entorno, além de poder levar à interrupção do serviço.
- **Ocorrência de danos às edificações do sistema de manejo de resíduos sólidos (oficinas, galpões, usinas, etc.) devido a desastres naturais**: enchentes, escorregamentos e outros desastres naturais podem causar danos às edificações do sistema, podendo acarretar a interrupção dos serviços.
- **Ocorrência de incêndios, explosões ou vazamentos de lixiviado em aterros**: a ocorrência de acidentes, como incêndios, explosões ou vazamentos de lixiviado em aterros põe em risco a segurança e a saúde dos trabalhadores, reduz a capacidade de operação do aterro e pode gerar um passivo ambiental.

3. PRESTAÇÃO, FISCALIZAÇÃO E REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO

Segundo a Lei nº 11.445/07 e seu decreto regulamentador, são objetivos da Política Federal de Saneamento Básico promover alternativas de gestão que viabilizem a autossustentação econômica e financeira dos serviços, com ênfase na cooperação federativa, e promover também o desenvolvimento institucional do saneamento básico, estabelecendo meios para a unidade e articulação das ações dos diferentes agentes, bem como do desenvolvimento de sua organização, capacidade técnica, gerencial, financeira e de recursos humanos, contempladas as especificidades locais.

Conforme a Política Nacional de Saneamento Básico, as funções de gestão são: o planejamento, a prestação dos serviços, a regulação e a fiscalização, todas pautadas por mecanismos de controle social.

3.1. Modelos de prestação de serviços

A prestação dos serviços de saneamento básico é competência do Município e envolve a execução de toda e qualquer atividade ou obra com o objetivo de permitir o acesso a esses serviços, em estrita conformidade com o estabelecido no planejamento e na regulação (Lei nº 11.107/2005).

O Município pode exercer essa função diretamente ou delegá-la a outro ente. Cabe também ao titular definir o ente responsável pela regulação e fiscalização dos serviços, inclusive os procedimentos de sua atuação, além dos mecanismos de controle social.

Existem três formas de prestação dos serviços de saneamento básico: a prestação direta, a prestação indireta (mediante delegação por meio de concessão, permissão ou autorização) e a gestão associada, conforme mostra o Quadro 54.

Quadro 54 - Formas de prestação de serviços públicos admitidas pela Constituição Federal

Fonte: ReCESA, 2013; adaptado de Ribeiro, 2017.

3.1.1. Prestação direta

Conforme mostra o quadro, o Município pode prestar diretamente os serviços de saneamento básico, via administração central, distribuindo as atribuições pela prestação dos serviços entre as várias secretarias ou departamentos (PEREIRA, 1998).

A prestação direta também pode se dar de forma descentralizada, sendo feita por meio de autarquia, sociedade de economia (fundação) ou empresa pública.

O termo autarquia significa “comando próprio”, “direção própria”, “autogoverno”, sendo formado por dois elementos derivados do grego: autós (próprio) e arquia (comando, governo) (CRETELLA JÚNIOR, 1980).

As autarquias são entes administrativos autônomos, com personalidade jurídica de direito público, que desempenham funções eminentemente públicas, sob o controle estadual ou municipal. Atuam em nome próprio, sendo criadas por lei específica (CF, art. 37, XIX), de iniciativa do chefe do Poder Executivo (CF, art. 61, § 1º), e sua organização é imposta por decreto, regulamento ou estatuto (ROSA, 2007).

Essa constituição tem como competência exercer as atividades relacionadas à administração, operação, manutenção e expansão dos serviços de saneamento, assim como a prestação direta centralizada.

Em estudo sobre os diferentes modelos de prestação dos serviços de saneamento básico utilizando indicadores, Heller, Coutinho e Mingoti (2006) destacam o bom desempenho das autarquias, citando 20 experiências municipais de êxito, divulgadas pela Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento (ASSEMAE).

A ASSEMAE, que surgiu da resistência à política autoritária de não reconhecimento do poder local, ao publicar essas experiências traz uma reflexão da capacidade de os municípios se organizarem e traçarem suas diretrizes para o saneamento básico de forma integrada com as políticas públicas locais.

As experiências bem-sucedidas de autarquias municipais de saneamento básico são demonstrações de fortalecimento do poder local e de possibilidade de rompimento com a concepção centralizadora e distante da população local que foi adotada na década de 70. A resistência de muitos municípios a não aderir à política implantada nessa época é um dos fatores que contribuíram para a existência das autarquias

municipais na prestação dos serviços públicos de saneamento básico. Normalmente, as autarquias municipais recebem a denominação de Serviço Autônomo de Água e Esgoto — SAAE, Superintendência de Água e Esgoto — SAE ou Departamento Municipal de Água e Esgoto — DMAE. Muitas autarquias foram administradas pela antiga Fundação de Serviços de Saúde Pública (FSESP), atual Fundação Nacional de Saúde (FUNASA).

3.1.2. Prestação indireta

3.1.2.1. Prestação por concessão

O município pode ainda delegar a prestação a terceiros por meio de licitação pública e contrato de concessão (com empresa estatal ou privada), o que caracteriza a prestação indireta. Os contratos de concessão com empresa estatal ou privada devem atender, além da legislação e regulação do titular, às normas gerais da Lei Federal nº 8.987/1995, que dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos, sempre precedida de licitação pública, que se processa conforme a Lei Federal nº 8.666/1993.

3.1.2.2. Prestação público-privada

Esse modelo de prestação é caracterizado por concessões de serviços públicos, regidas pela Lei nº 11.079/04, que envolvam contraprestação pecuniária pública. Nas parcerias público-privadas (PPP), o Estado participa, integral ou parcialmente, da remuneração do concessionário, enquanto na concessão comum, o concessionário é remunerado básica e especialmente através das tarifas cobradas diretamente pelos usuários. Existe uma subdivisão das parcerias público-privadas: concessões administrativas e concessões patrocinadas.

- **Concessões administrativas:** nesse modelo, a Administração concede a prestação do serviço ao parceiro privado e o remunera na exata proporção dos serviços prestados, na função de usuário ou beneficiário direto da atividade. É tido como modelo ideal para as atividades que não comportam cobrança direta de tarifas dos usuários, seja pela impossibilidade de se identificar uma relação

contratual entre o tomador e o prestador do serviço, ou pelos interesses sociais envolvidos na questão.

- **Concessões patrocinadas:** nesse modelo, a Administração complementa a remuneração do concessionário, pagando uma contraprestação pecuniária ao lado das tarifas cobradas dos usuários do serviço público. Ao mesmo tempo em que viabiliza investimentos particulares e aproveita o ganho de eficiência da atividade empresarial privada nos serviços de saneamento básico, auxilia as atividades do setor que normalmente operam em condições financeiras não sustentáveis. Existe neste modelo o risco plausível de o concessionário assumir uma atividade deficitária, no entanto, sua capacidade de recuperação do capital investido é, via de regra, considerada boa.

3.1.2.3. Prestação privada

Existem diversos casos em que é inviável a criação de autarquias e empresas estatais para a expansão da estrutura administrativa e sua posterior manutenção, o que desestimula os gestores a assumir a prestação direta ou indireta da atividade. Sendo assim, é possível delegar a prestação de serviço a uma empresa privada que arque com os investimentos necessários para a expansão, manutenção e operação dos sistemas, através de recursos próprios.

Conforme o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico (SNIS), são privadas as “empresas com capital predominantemente ou integralmente privado, administradas exclusivamente por particulares”.

Atualmente, a concessão privada da prestação dos serviços dá-se por licitação, segundo a Lei nº 8.666/1993, que institui normas para licitações e contratos da Administração Pública, e as Leis nº 8.987/1995 e nº 9.074/95, que estabelecem normas para a concessão de serviços públicos ao setor privado, pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios que, ainda assim, retêm para si a titularidade dos serviços.

Há a possibilidade de inserir metas e padrões de desempenho no contrato, a fim de que o concessionário seja juridicamente obrigado a manter adequado o serviço público contratado. Nesse sentido, cabe ao Município através da gestão do contrato e à entidade regulatória (ou reguladora) garantir o cumprimento das condições e metas

estabelecidas, definir as tarifas, prevenir e reprimir o abuso do poder econômico, editar normas, entre outras prerrogativas.

Salienta-se, entretanto, que existem riscos advindos desse tipo de gestão, principalmente no que tange à excessiva exploração dos recursos naturais e às tarifas mais caras para os consumidores.

3.1.3. Gestão associada

Outra opção é realizar a prestação dos serviços associada com outros municípios – com ou sem participação do governo estadual – via convênio de cooperação ou consórcio público, conforme a Lei Federal nº 11.107/05 e o Decreto Federal nº 6.017/2007, que a regulamenta. Esse tipo de configuração representa uma associação voluntária de entes da federação.

O convênio de cooperação entre entes federados consiste no pacto firmado exclusivamente por esses entes, com o objetivo de autorizar a gestão associada de serviços públicos, desde que ratificado ou previamente disciplinado por lei editada por cada um dos entes da Federação que fazem parte do convênio.

Já o consórcio público consiste numa pessoa jurídica formada exclusivamente por entes da Federação, para estabelecer relações de cooperação federativa, inclusive a realização de objetivos de interesse comum, constituída como:

- associação pública, com *personalidade jurídica de direito público*, sendo considerada integrante da administração indireta de cada um dos entes consorciados, estando sujeita a direitos e obrigações; ou

- órgão revestido de personalidade *jurídica de direito privado*, quando deverá observar as normas de direito público no que concerne à realização de licitação, celebração de contratos de concessão, prestação de contas e admissão de pessoal.

Uma vez que a gestão associada é realizada entre entes da federação, a delegação da prestação dos serviços pode ser feita com dispensa de licitação. Essa prerrogativa é assegurada no inciso XXVI do art. 24 da Lei de Licitação (Lei Federal nº 8.666/93) e amparada no art. 241 da Constituição Federal, nos termos da Emenda Constitucional nº 19/98, que trata dessa matéria. Tal delegação é formalizada por meio de um contrato de programa, após a constituição do consórcio público ou convênio de cooperação.

O consórcio público, para ser instituído, necessita da edição de grande número de documentos, entre eles as leis de criação dos entes a se consorciarem e os contratos de rateio, que disciplinarão os repasses financeiros para a entidade consorciada. Esse consórcio deverá ser constituído por contrato cuja celebração dependerá de prévia subscrição de protocolo de intenções.

No campo dos serviços públicos de abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos, a formação de consórcios pode ser uma alternativa para a prestação dos serviços, para o compartilhamento de equipamentos e para a racionalização da execução de tarefas, com ganhos de escala e economia de recursos para a regulação e, ainda, para o planejamento integrado.

Os consórcios públicos recebem, no âmbito da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Lei nº 12.305/10, prioridade no acesso aos recursos da União ou a recursos por ela controlados. Essa prioridade também é concedida aos estados que instituírem microrregiões para a gestão, e ao Distrito Federal e municípios que optarem por soluções consorciadas intermunicipais para gestão associada. A formação de consórcios públicos vem sendo estimulada pelo Governo Federal e por muitos dos Estados, para que aconteça o necessário salto de qualidade na gestão dos serviços públicos.

Como esses serviços são ligados diretamente à Prefeitura Municipal, os orçamentos públicos não vinculam as receitas tarifárias exclusivamente aos serviços. Além disso, geralmente não existe controle financeiro, não havendo meios adequados para saber se o serviço é autossustentável, ou quanto da receita do serviço vai para o custeio geral da administração (HELLER, 2007; PEIXOTO, 1994). Uma observação feita por Heller (2007, p.12) é que são comuns casos em que os serviços sequer são cobrados, fato este que incentiva o desperdício de água, podendo acarretar um alto consumo *per capita*.

Essas questões ligadas à falta de autonomia financeira constituem um entrave para esse tipo de prestação, que fica dependente da organização administrativa central que, por sua vez, depende do projeto político de cada governo. Apesar disso, essa forma de prestação de serviços é bastante adotada por municípios pequenos que, segundo o IBGE, são os de populações menores que 20 mil habitantes (IBGE, 2006).

3.2. Avaliação dos modelos de prestação de serviços

3.2.1. Administração direta centralizada e descentralizada

Alguns aspectos diferenciam a administração direta centralizada e descentralizada, entre eles estão a autonomia financeira e administrativa, o ordenador das despesas e o regime jurídico de pessoal. O Quadro 55 mostra as diferenças e semelhanças entre Administração Direta centralizada (Departamento) e descentralizada (Autarquia).

Quadro 55 - Comparativo entre Departamento e Autarquia

Aspectos	Departamento	Autarquia
Criação e extinção	Lei da organização da administração pública	Lei Específica
Personalidade jurídica	Direito Público	Direito Público
Ordenador de despesas	Prefeito municipal	Diretor da autarquia
Regime jurídico de pessoal	Quadro da prefeitura estatutário ou CLT	Quadro próprio estatutário e CLT
Autonomia financeira	Nenhuma	Total
Autonomia administrativa	Compartilhada	Total
Tributos	Isento	Isento

Fonte: adaptado de Pereira, Jr., 1997.

A autarquia é, portanto, um desmembramento da Administração Municipal, regida por estatutos que lhes dão algumas peculiaridades, tais como:

- ✓ Possuir autonomia jurídica, administrativa e financeira, competindo-lhes exercer todas as atividades relacionadas à administração, à operação, à manutenção e à expansão dos serviços de saneamento.
- ✓ Imunidade de tributos e encargos.
- ✓ Prescrição de dívidas passivas em cinco anos.
- ✓ Impenhorabilidade de bens e rendas.
- ✓ Impossibilidade de usucapião de seus bens.
- ✓ Condições especiais de prazos e pagamentos nos processos jurídicos.

O principal objetivo de se criar autarquias é a integração das atividades necessárias à prestação do serviço sobre um pilar, buscando tornar o processo de gestão mais eficiente. Esse modelo é utilizado por cerca de 20% dos municípios do país.

As empresas públicas possuem personalidade jurídica de direito privado, com patrimônio próprio e capital exclusivo do Poder Público e são criadas por lei para exploração de atividades econômicas (ROSA, 2007).

A prestação dos serviços dá-se com prazos estabelecidos para seu fim. Trata-se de um modelo empresarial no qual é necessária a realização de concurso público para contratação, exceto para cargo de confiança, sendo que o regime pessoal é sujeito à CLT.

A empresa pública difere-se da sociedade de economia mista por apresentar apenas capital estatal e ter a possibilidade de qualquer tipo de vigência quanto à modalidade de sociedade comercial.

Com exceção do sistema da sede, os demais sistemas de abastecimento de água existentes no município são de responsabilidade da Prefeitura Municipal. Não há um arranjo institucional formalizado para gerir esses sistemas. A Prefeitura Municipal mantém um funcionário para acompanhar e coordenar ações necessárias para atender a esses sistemas. Quando necessário, a Prefeitura mobiliza equipes maiores para ações de reparos ou de manutenção de captações (subterrâneas e superficiais), canalizações, reservatórios e sistemas de bombeamento.

3.2.2. Administração indireta

A sociedade de economia mista é caracterizada como sociedade anônima de direito privado, com participação do Poder Público e particulares, de forma minoritária, que realiza atividades econômicas ou serviços de interesse coletivo, delegados ou outorgados pelo Poder Público. É criada por lei pelo Poder Público, que detém a maioria das ações com direito a voto de forma a ter o controle da sociedade (ROSA, 2007). A empresa de economia mista pode também ser criada pelo Município.

As Companhias Estaduais de Água e Esgoto (CEAE) são empresas de economia mista. Essas empresas, por meio de concessão municipal, prestam os

serviços de saneamento, que abrangem a operação, a manutenção e a construção dos sistemas de água e de esgoto.

No Brasil, a prestação dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário pelas Companhias Estaduais de Água e Esgoto (CEAEs) teve início na década de 60. No final da década de 60 e início de 70, o então Banco Nacional de Habitação (BNH) passou a condicionar seus empréstimos à transferência da concessão dos serviços de água e esgoto dos municípios para as empresas estaduais de economia mista. Em face dessa imposição dos agentes financiadores, os municípios passaram a transferir os seus serviços para as companhias estaduais de água e esgoto, transferência esta, facilitada pelo regime militar (REZENDE, 2007). Assim, nos últimos 30 anos o modelo de prestação dos serviços públicos de água e esgoto adotado e incentivado no país foi o das companhias estaduais, havendo, para esse modelo, privilégio de acesso ao financiamento público (HELLER; COUTINHO; MINGOTI, 2006).

Na década de 80 surge o debate sobre a reestruturação das condições de oferta dos serviços públicos de saneamento básico e a necessidade de construir diretrizes para a área. Assim, algumas mudanças foram identificadas, entre elas, nas condições institucionais das companhias estaduais.

Arretche (1999) estudou as mudanças nas condições institucionais de operação das companhias estaduais de água e esgoto e identificou, basicamente, duas grandes estratégias estaduais de mudanças: a de fortalecimento da companhia estadual e a de desestatização da empresa, sob duas vertentes, a privatização e a municipalização. A estratégia de fortalecimento das companhias estaduais de água e esgoto consiste em manter a operação dos sistemas, tomando-se medidas para preservar e ampliar as concessões municipais, bem como viabilizar a capacidade de investimento da empresa. Isso foi adotado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) e pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) (ARRETCHE, 1999).

Nos casos de alguns municípios de estados brasileiros, como o Rio de Janeiro e Tocantins, esse processo foi inverso, ocorreu a transferência de funções da companhia estadual a prestadores privados.

Mesmo com as intensas transformações na história do saneamento básico no Brasil e com o estabelecimento de diferentes modelos de prestação desses serviços, os modelos das companhias estaduais ainda prevalecem. Isso pode decorrer de fatores como a persistência da política pública adotada ainda no período que não se reconhecia a autonomia municipal, a fragilidade e carência dos municípios para prestar esses serviços e, consequentemente, a debilidade dos outros modelos de prestação.

Em Itaverava, na sede municipal, a prestação dos serviços do sistema de abastecimento de água (SAA) é feita pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA/MG, órgão da Administração Indireta do Estado, vinculado à Secretaria de Estado de Transporte e Obras Públicas, a partir da sanção da Lei n° 437, de 28 de dezembro de 1995.

Em 1985, foi concedido à COPASA o direito de implantar, ampliar, administrar e explorar industrialmente, direta ou indiretamente, com exclusividade, os serviços urbanos de abastecimento de água da sede de Itaverava, autorizado pela Lei Municipal 242/84. A validade do contrato é de 30 anos, sendo assim, até 2015. Ressalta-se que a renovação do contrato de programa necessita da aprovação do presente Plano de Saneamento Básico.

Apesar de o contrato tratar das atividades e responsabilidades de cada parte e de estar coerente com a concessão de prestação de serviço de abastecimento público de água, não foram estabelecidas metas de universalização dos serviços, de diminuição de perdas, de gestão financeira ou demais metas pertinentes aos objetivos gerais da Lei nº 11.445/07. Assim, para que o contrato da COPASA com o município continue sendo válido, a concessionária deverá adequar-se às exigências da Lei Federal nº 11.445/07 e de seu Decreto regulamentador (Decreto nº 7.217/10).

Ressalta-se ainda que a Lei Federal estende o conceito de Saneamento Básico para além do setor de abastecimento de água, incluindo os eixos do esgotamento sanitário, drenagem urbana e manejo de águas pluviais e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. No município de Itaverava, esses serviços ainda carecem de recursos

materiais e de ações gerenciais para apresentarem a integração de gestão e a sustentabilidade econômico-financeira pretendida pela Lei do Saneamento. Daí a necessidade de os gestores públicos repensarem os arranjos institucionais e administrativos adotados até o momento.

3.2.3. Gestão associada

A Lei nº. 11.107/2007 que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos, juntamente com seu Decreto regulamentador nº 6.017/2007, destaca-se por trazer aos consórcios:

- A existência de um protocolo de intenções bastante detalhado e complexo.
- A obrigatoriedade de constituição de uma pessoa jurídica própria para representar o consórcio.
- A celebração de contrato de consórcio público, vinculando as entidades consorciadas com força obrigacional.
- A celebração de contrato de programa, quando há obrigações destituídas de ônus financeiro direto, a serem assumidas pelos entes federativos. Essas obrigações podem ser relacionadas, por exemplo, à transferência de bens ou cessão de pessoal para o consórcio.
- A celebração de contrato de rateio entre as entidades consorciadas, a ser formalizado para cada exercício financeiro, com a finalidade de estabelecer o compromisso de cada um na aplicação de recursos em prol do consórcio.

As principais vantagens do consórcio são:

- Viabiliza a gestão pública em regiões metropolitanas.
- Melhora a capacidade técnica, gerencial e financeira de pequenos municípios.
- Viabiliza uma solução única e centralizada para diversos municípios.

A Lei nº 11.445/07, que dá diretrizes nacionais para o saneamento básico, incentiva a constituição de consórcios, inclusive para a função de ente regulador dos serviços.

3.3. Alternativas de regulação e fiscalização

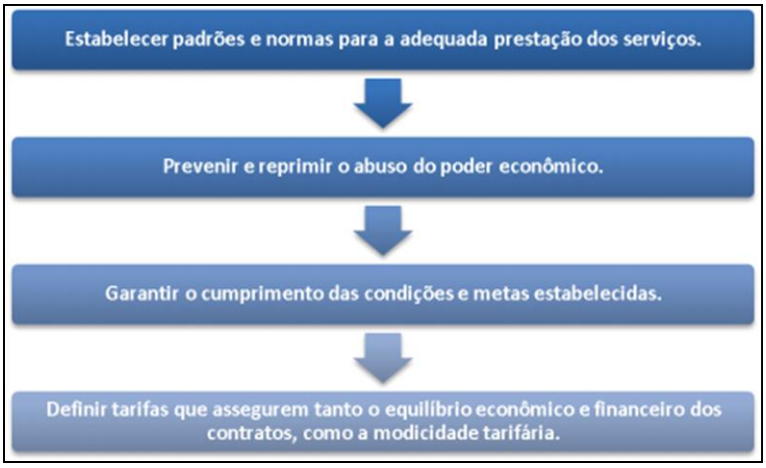
3.3.1. Regulação

Conforme estabelecido no Decreto nº 6.017/2007, a regulação envolve todo e qualquer ato, normativo ou não, que discipline ou organize determinado serviço público, incluindo suas características, padrões de qualidade, impactos socioambientais, direitos e obrigações dos usuários e dos responsáveis por sua oferta ou prestação e fixação, além da revisão do valor de tarifas e outros preços públicos.

A regulação cabe ao titular dos serviços, ou seja, o Município, que pode realizá-la diretamente ou delegá-la à entidade de outro ente federativo. Nesse caso, a delegação só pode ser feita a uma entidade reguladora constituída especificamente para esse fim, dentro dos limites do respectivo estado, devendo ser explicitada a forma de atuação e a abrangência das atividades a serem desempenhadas pelas partes envolvidas (art. 8º e art. 23, § 1º, da Lei nº 11.445/07). A entidade reguladora e fiscalizadora dos serviços é a responsável pela verificação do cumprimento dos planos de saneamento por parte dos prestadores de serviços, na forma das disposições legais, regulamentares e contratuais (art. 20). Nas atividades de regulação dos serviços de saneamento básico, estão incluídas a interpretação e a fixação de critérios para a fiel execução dos contratos, dos serviços e para a correta administração de subsídios (art. 25, § 2º).

O desenho regulatório é considerado o instrumento basilar para garantir eficiência e eficácia à atividade reguladora e serve como modelo para análise do atendimento das entidades reguladoras aos princípios da regulação. Destacam-se a independência da entidade reguladora, a garantia dos mandatos de seus dirigentes, a capacidade técnica, as decisões tomadas por órgãos colegiados e a participação social. São instrumentos do exercício da participação social na regulação a realização de audiências e consultas públicas, a constituição de ouvidorias e o funcionamento efetivo dos conselhos. A regulação da prestação de serviços públicos deve atender principalmente aos seguintes objetivos, apresentados na Figura 19.

Figura 19 - Objetivos da regulação dos serviços de saneamento básico



Fonte: ReCESA, 2013; adaptado da Lei Federal nº 11.445/07.

Os modelos de regulação que podem ser utilizados são: a regulação por entes estaduais, por entes municipais e por consórcios de regulação. No Quadro 56 são apresentadas as vantagens e desvantagens de cada modelo.

Quadro 56 - Vantagens e desvantagens dos modelos de regulação

MODELO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Regulação estadual	- redução dos custos da regulação; - existência de órgão colegiado de dirigentes; - vencimentos compatíveis para o quadro técnico; - troca de *expertise* adquirida entre os serviços públicos regulados.	O distanciamento dos entes estaduais em relação ao serviço público e aos usuários acarreta a necessidade de previsão de mecanismos mais eficientes para garantir a eficiência e celeridade da regulação, bem como o acesso à regulação pela sociedade.
Regulação municipal	- proximidades com o serviço público; - facilidade de fiscalização constante; - participação dos usuários no controle social.	- falta de escala e de escopo pode conduzir à inviabilidade da regulação; - baixos salários levam à baixa qualidade técnica da atividade da regulação.
Consórcios de regulação	- apresenta as vantagens dos modelos anteriores; - minimiza as desvantagens dos modelos anteriores.	- forma de escolha do quadro dirigente e do processo de decisões, que poderá gerar conflitos de caráter político; - insegurança da continuidade do consórcio quando da ocorrência de mudanças de governo, em razão de seu caráter pactuado.

Fonte: ReCESA, 2013.

Em Minas Gerais, a ARSAE-MG é a primeira agência reguladora a integrar a estrutura institucional do Estado. Sua criação atendeu a disposições da Lei Federal nº 11.445/07, especialmente ao art. 23, § 1º.

A reguladora está organizada sob a forma de autarquia especial, regime que confere à entidade autonomia de decisão e de gestão administrativa, financeira, técnica e patrimonial. A agência está vinculada ao sistema da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional e Política Urbana (SEDRU). A ARSAE-MG seguiu o modelo

e os parâmetros das agências reguladoras de nível federal, entre os quais o “regime jurídico de autarquia especial”, um importante instrumento do Estado regulador.

Cabe à ARSAE a fiscalização e a execução do contrato, além da aplicação das sanções estipuladas pelo contrato e previstas na lei, em razão da sua inexecução parcial ou total.

A ARSAE poderá, sem prejuízo da aplicação das penalidades cabíveis e das responsabilidades incidentes, intervir na prestação dos serviços, a qualquer tempo, com objetivo de assegurar a regularidade e adequação dos serviços, bem como o fiel cumprimento das normas contratuais, regulamentares e legais pertinentes. Essa intervenção só poderá ser executada após a devida autorização do município, e deverá ser declarada pela ARSAE por ato próprio, por meio do qual será designado o interventor, o prazo de duração, os objetivos e os limites da medida.

Com relação à receita tarifária, está a cargo da ARSAE autorizar as tarifas e homologar a tabela de preços para prestação dos serviços. A agência também deverá definir a estrutura tarifária, observando as diretrizes da Lei nº 11.445/07 e de seu regulamento, das normas que vierem a substituí-lo e da legislação correlata.

A publicidade dos relatórios, estudos, decisões e instrumentos equivalentes que se refiram à regulação ou à fiscalização dos serviços, bem como aos direitos e deveres dos usuários e prestadores, está assegurada no art. 26 da referida lei. Segundo esse dispositivo, qualquer pessoa pode requerer tais informações.

As atribuições da Agência Reguladora ARSAE - MG restringem-se aos serviços prestados pela COPASA, não abrangendo a totalidade de responsabilidades indicadas na Lei nº 11.445/07, nem tampouco a parcela do território municipal onde a concessionária não atua. Os demais serviços do saneamento também não compõem o escopo de regulação da ARSAE - MG, de modo que se faz necessário que o município se adeque, escolhendo os modelos de regulação e fiscalização que mais lhe convêm, para bem empreender a gestão dos quatro eixos do saneamento básico municipal.

3.3.2. Fiscalização

Estabelecidas as possibilidades de formas de prestação do serviço, bem como as formas e objetivos quanto à sua regulação, deve-se pensar em formas de fiscalização dos serviços. É importante que fique claro que em qualquer processo de

gestão, o ato de fiscalizar está vinculado ao controle do processo, permitindo que, ao longo da operação do sistema, seja possível ajustar eventuais falhas e corrigir rumos tanto da prestação, quanto da regulação dos serviços. A fiscalização, segundo o Decreto nº 6.017/07, refere-se às atividades de acompanhamento, monitoramento, controle e avaliação, no sentido de garantir a utilização, efetiva ou potencial, do serviço público.

A fiscalização cabe ao titular dos serviços que pode realizá-la diretamente ou delegá-la à entidade de outro ente federado (art. 8 da Lei nº 11.445/07). A mesma lei ainda define que "serviço adequado é o que satisfaz as condições de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia na sua prestação e modicidade das tarifas" e que "a atualidade compreende a modernidade das técnicas, do equipamento e das instalações e a sua conservação, bem como a melhoria e expansão do serviço".

O Quadro 57 apresenta as entidades que podem assumir a responsabilidade de desempenhar cada uma das funções da gestão do saneamento básico, quais sejam: planejamento, prestação de serviços, regulação e fiscalização.

Quadro 57 - Funções da gestão e entidades passíveis de atuar como responsáveis

FUNÇÃO	RESPONSÁVEL
PLANEJAMENTO	Titular, ou seja, o município.
PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS	• Órgão ou entidade do titular, a quem se tenha atribuído por lei a competência de prestar o serviço público. • Órgão ou entidade de consórcio público ou de entre da federação com quem o titular celebrou convênio de cooperação, desde que delegada a prestação por meio de contrato de programa. • Órgão ou entidade a quem se tenha delegado a prestação dos serviços por meio de concessão.
REGULAÇÃO	• A regulação de serviços públicos de saneamento básico poderá ser delegada pelos titulares a qualquer entidade reguladora constituída dentro dos limites do respectivo estado, explicitando, no ato de delegação da regulação, a forma de atuação e a abrangência das atividades a serem desempenhadas pelas partes envolvidas (art. 23, § 1º, Lei nº 11.445/07).
FISCALIZAÇÃO	Titular, que pode delegar a: • Conselho Municipal; • ente ou órgão regulador municipal ou estadual; • consórcio.

Fonte: ReCESA, 2013, adaptado da Lei nº 11445/07.

3.4. Regulamentação do setor de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos considerando o PMGIRS

Considerando a diversidade de resíduos e a necessidade de garantias de salubridade em todas as etapas da gestão, ou seja, acondicionamento, armazenagem,

transporte, destinação, tratamento e disposição final, o arcabouço de normas regulamentadoras é extenso. Daí a necessidade de haver um maior detalhamento da descrição desse setor no PMSB.

A seguir serão apresentados os procedimentos corretos a serem implementados pelos geradores dos diversos tipos de resíduos produzidos no município, visando sua destinação correta no que concerne a questões operacionais, ambientais e de segurança.

3.4.1. Regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos

Para que haja uma operacionalidade eficaz e eficiente no sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, há a necessidade de se estabelecer atividades de transporte dos resíduos de diversas naturezas gerados no espaço municipal, assim como o acondicionamento, o armazenamento e, se necessário, o transbordo de materiais.

A operacionalização desses serviços pode ser assumida diretamente pela Administração Municipal ou pode ser delegada a terceiros, mediante contratos. Para que as atividades de transporte e outras necessárias à gestão integrada de resíduos sejam empreendidas com o mínimo risco para as pessoas e para o meio ambiente, faz-se necessário que uma série de normas e regras sejam atendidas. Quando a prestação desses serviços é delegada a terceiros, a responsabilidade pelo atendimento aos requisitos legais que convergem sobre eles é compartilhada entre a empresa que realiza tais atividades e o titular dos serviços de saneamento, ou seja, a Administração Pública Municipal. Por essa razão, a Prefeitura deve incluir as atividades das empresas terceirizadas naquelas sujeitas à sua fiscalização. Com relação às atividades de armazenamento, estocagem, transporte e disposição final de resíduos, entre outras, as regras são apresentadas nos itens seguintes.

3.4.1.1. Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico

Os resíduos de serviços públicos de saneamento básico são aqueles gerados nessas atividades, excetuados os resíduos domiciliares e os de limpeza urbana,

segundo o art. 13 da Lei n° 12.305 de 2010. Algumas regras e normas sobre esse tipo de resíduo estão apresentadas no Quadro 58, Quadro 59, Quadro 60 e Quadro 61.

Quadro 58 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Regras de Estocagem

Regras de estocagem segundo a Resolução CONAMA n° 375/06
O lodo de esgoto ou produto derivado só poderá ficar estocado na propriedade por no máximo 15 dias.
A declividade da área de estocagem não pode ser superior a 5%.
A distância mínima do local de estocagem a rios, poços, minas e cursos d'água, canais, lagos e residências deverá respeitar o conteúdo apresentado na sequência.
É proibida a estocagem diretamente sobre o solo de lodo de esgoto ou produto derivado contendo líquidos livres, cuja identificação deverá ser feita pela norma brasileira vigente.

Quadro 59 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Regras de Transporte

Regras de transporte segundo a Resolução CONAMA n° 375/06
Para retirar lodos de esgoto ou produtos derivados de uma Estação de Tratamento de Esgoto - ETE ou Unidade de Gerenciamento de Lodo - UGL o motorista de caminhão deverá apresentar o Termo de Responsabilidade e o Formulário de Controle de Retirada.
O motorista deve estar cadastrado e com as credenciais da empresa geradora do lodo ou produto derivado.
Para o transporte deverão ser utilizados caminhões com carrocerias totalmente vedadas, tais como os caminhões basculantes, equipados com sistema de trava para impedir a abertura da tampa traseira, lona plástica para cobertura, cone de sinalização, pá ou enxada e um par de luvas de látex.
A altura da carga não pode ultrapassar a altura da carroceria.
Os caminhões devem possuir algum tipo de sistema de comunicação para uso imediato em caso de ocorrência de sinistro (ocorrências inesperadas).
Em caso de sinistro em vias públicas, com derramamento de lodo de esgoto, todos os procedimentos para limpeza são de responsabilidade da empresa transportadora do lodo de esgoto ou produto derivado.
Todos trabalhadores em contato com o lodo de esgoto ou produto derivado deverão sempre utilizar luvas de proteção plásticas ou de couro. Também é requerido o uso de calçado adequado, sapatos ou botas de couro ou plástico, sendo proibido o uso de sandálias e outros calçados abertos.
Ao término dos serviços, lavar com água e sabão as luvas, os calçados e as mãos.
Deverá ser observada a limpeza dos pneus na saída dos caminhões da ETE ou UGL.

Quadro 60 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Regras de Disposição Final

Regras de disposição final segundo a Resolução CONAMA n° 375/06
O lodo de esgoto pode ser classificado como Classe A ou Classe B, segundo a concentração de agentes patogênicos.
Lodos de esgoto ou produto derivado enquadrados como Classe A poderão ser utilizados para quaisquer culturas, com exceção de pastagens e cultivos de olerícolas, tubérculos e raízes, e culturas inundadas, bem como as demais culturas cuja parte comestível fique em contato com o solo.
A utilização de lodo de esgoto ou produto derivado enquadrado como Classe B é restrita ao cultivo de café, silvicultura, culturas para produção de fibras e óleos, com a aplicação mecanizada, em sulcos ou covas, seguida de incorporação.
O lodo de esgoto, tanto Classe A quanto Classe B, deverá ser disposto respeitando as restrições previstas no art. 15 da Resolução CONAMA n° 375 de 2006.

O art. 15 da Resolução CONAMA nº 375/06 dispõe sobre restrições de disposição dos resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, conforme segue:

"Art. 15. Não será permitida a aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado:

I - em unidades de conservação, com exceção das Áreas de Proteção Ambiental -APA;

II - em Área de Preservação Permanente - APP;

III - em Áreas de Proteção aos Mananciais - APMs definidas por legislações estaduais e municipais e em outras áreas de captação de água para abastecimento público, a critério do órgão ambiental competente;

IV - no interior da Zona de Transporte para fontes de águas minerais, balneários e estâncias de águas minerais e potáveis de mesa, definidos na Portaria DNPM n 231, de 1998;

V - num raio mínimo de 100 m de poços rasos e residências, podendo este limite ser ampliado para garantir que não ocorram incômodos à vizinhança;

VI - numa distância mínima de 15 (quinze) metros de vias de domínio público e drenos interceptadores e divisores de águas superficiais de jusante e de trincheiras drenantes de águas subterrâneas e superficiais;

VII - em área agrícola cuja declividade das parcelas ultrapasse:

a) 10% no caso de aplicação superficial sem incorporação;

b) 15% no caso de aplicação superficial com incorporação;

c) 18% no caso de aplicação subsuperficial e em sulcos, e no caso de aplicação superficial sem incorporação em áreas para produção florestal;

d) 25% no caso de aplicação em covas;

VIII - em parcelas com solos com menos de 50 cm de espessura até o horizonte C;

IX - em áreas onde a profundidade do nível do aqüífero freático seja inferior a 1,5 m na cota mais baixa do terreno; e

X - em áreas agrícolas definidas como não adequadas por decisão motivada dos órgãos ambientais e de agricultura competentes.

§ 1º O lodo de esgoto ou produto derivado poderão ser utilizados na zona de amortecimento de unidades de conservação, desde que sejam respeitados as restrições e os cuidados de aplicação previstos nesta Resolução, bem como restrições previstas no plano de manejo, mediante prévia autorização do órgão responsável pela administração da unidade de conservação.

§ 2º No caso da identificação de qualquer efeito adverso decorrente da aplicação de lodos de esgoto ou produto derivado realizada em conformidade com esta Resolução, e com vistas a proteger a saúde humana e o ambiente, as autoridades competentes deverão estabelecer, imediatamente após a mencionada identificação, requisitos complementares aos padrões e critérios insertos nesta Resolução".

Quadro 61 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Legislação e Normas

Principais resoluções nacionais
Resolução CONAMA nº 380, de 31 de outubro de 2006. Retifica a Resolução CONAMA nº 375/06.
Resolução CONAMA nº 375, de 29 de agosto 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. Retificada pela Resolução CONAMA nº 380/06.
Normas Internacionais
Environmental Protection Agency - EPA 40 CFR Part 503: Norma para o uso ou disposição de lodo de esgoto.

3.4.1.2. Resíduos dos serviços de transporte

Os resíduos de serviços de transporte são aqueles “originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira” segundo o art. 13 da Lei n° 12.305 de 2010. Segue a normatização específica para esse tipo de resíduo (Quadro 62, Quadro 63, Quadro 64, Quadro 65 e Quadro 66). A obrigação em operacionalizar atender às disposições normativas da gestão dos resíduos sólidos mencionados adiante recai sobre o responsável pelo estabelecimento onde eles foram gerados, porém é sempre compartilhada pela Prefeitura Municipal local.

Quadro 62 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Classificação.

Classificação segundo a Resolução CONAMA n° 05 de 1993
Grupo A: Resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos.
Enquadram-se neste grupo, entre outros: sangue e hemoderivados; animais usados em experimentação, bem como os materiais que tenham entrado em contato com os mesmos; excreções, secreções e líquidos orgânicos; meios de cultura; tecidos, órgãos, fetos e peças anatômicas; filtros de gases aspirados de área contaminada; resíduos advindos de área de isolamento; restos alimentares de unidade de isolamento; resíduos de laboratórios de análises clínicas; resíduos de unidades de atendimento ambulatorial; resíduos de sanitários de unidade de internação e de enfermaria e animais mortos a bordo dos meios de transporte. Além disso, incluem-se, entre outros, os objetos perfurantes ou cortantes, capazes de causar punctura ou corte, tais como lâminas de barbear, bisturi, agulhas, escalpes, vidros quebrados, etc., provenientes de estabelecimentos prestadores de serviços de saúde.
Grupo B: Resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido às suas características químicas.
Enquadram-se neste grupo, entre outros: drogas quimioterápicas e produtos por elas contaminados; resíduos farmacêuticos (medicamentos vencidos, contaminados, interditados ou não utilizados); e demais produtos considerados perigosos, conforme classificação da NBR 10.004 da ABNT (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos).
Grupo C: Rejeitos radioativos: enquadram-se neste grupo os materiais radioativos ou contaminados com radionuclídeos, provenientes de laboratórios de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia, segundo Resolução CNEN 6.05.
Grupo D: Resíduos comuns são todos os demais que não se enquadram nos grupos descritos anteriormente.

Quadro 63 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Regras de Coleta e Transporte.

Regras de coleta e transporte segundo a Resolução CONAMA n° 05 de 1993
Os resíduos sólidos serão acondicionados adequadamente, atendendo às normas aplicáveis da ABNT e demais disposições legais vigentes.
Os resíduos sólidos pertencentes ao grupo A serão acondicionados em sacos plásticos com a simbologia de substância infectante.
Havendo, entre os resíduos mencionados no parágrafo anterior, outros perfurantes ou cortantes, estes serão acondicionados previamente em recipiente rígido, estanque, vedado e identificado pela simbologia de substância infectante.
O transporte dos resíduos sólidos gerados nos estabelecimentos (portos, aeroportos e terminais

Regras de coleta e transporte segundo a Resolução CONAMA n° 05 de 1993
rodoviários e ferroviários) será feito em veículos apropriados, compatíveis com as características dos resíduos, atendendo às condicionantes de proteção ao meio ambiente e à saúde pública.
Caberá aos estabelecimentos o gerenciamento de seus resíduos sólidos, desde a geração até a disposição final, de forma a atender aos requisitos ambientais e de saúde pública.
Estes estabelecimentos deverão ter um responsável técnico, devidamente registrado em conselho profissional, para o correto gerenciamento dos resíduos sólidos gerados em decorrência de suas atividades.

Quadro 64 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Regras de Tratamento e Disposição Final

Regras de tratamento e disposição final segundo a Resolução CONAMA n° 05 de 1993
Recomenda-se a esterilização a vapor ou a incineração como tratamento dos resíduos sólidos pertencentes ao grupo A, ressalvadas as condições particulares de emprego e operação de cada tecnologia.
Os resíduos sólidos pertencentes ao grupo A não poderão ser dispostos no meio ambiente sem tratamento prévio que assegure: a eliminação das características de periculosidade do resíduo; a preservação dos recursos naturais; e o atendimento aos padrões de qualidade ambiental e de saúde pública.
Após tratamento, os resíduos sólidos pertencentes ao grupo A serão considerados “resíduos comuns” (grupo D), para fins de disposição final, porém os mesmos não poderão ser reciclados.
Aterros sanitários implantados e operados conforme normas técnicas vigentes deverão ter previstos em seus licenciamentos ambientais sistemas específicos que possibilitem a disposição de resíduos sólidos pertencentes ao grupo A.
Os resíduos sólidos classificados como grupo B deverão ser submetidos a tratamento e disposição final específicos, de acordo com as características de toxicidade, inflamabilidade, corrosividade e reatividade, segundo exigências do órgão ambiental competente.
Os resíduos sólidos classificados como grupo C ou rejeitos radioativos obedecerão às exigências definidas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN.
Os resíduos sólidos classificados como grupo D deverão ser coletados pelo órgão municipal de limpeza urbana e receberão tratamento e disposição final semelhante aos determinados para os resíduos domiciliares, desde que resguardadas as condições de proteção ao meio ambiente e à saúde pública.
Quando não assegurada a devida segregação dos resíduos sólidos, estes serão considerados, na sua totalidade, como pertencentes ao grupo A, salvo os resíduos sólidos pertencentes aos grupos B e C que, por suas peculiaridades, deverão ser sempre separados dos resíduos com outras qualificações.
Os resíduos comuns ou grupo D, gerados nos estabelecimentos provenientes de áreas endêmicas definidas pelas autoridades de saúde pública competentes, serão considerados, com vistas ao manejo e tratamento, como pertencentes ao grupo A.
O tratamento e a disposição final dos resíduos gerados serão controlados e fiscalizados pelos órgãos de meio ambiente, de saúde pública e de vigilância sanitária competentes, de acordo com a legislação vigente.

Quadro 65 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Regras de Licenciamento

Regras de Licenciamento segundo a Resolução CONAMA n° 05 de 1993
A administração dos estabelecimentos, em operação ou a serem implantados, deverá apresentar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, a ser submetido à aprovação pelos órgãos de meio ambiente e de saúde, dentro de suas respectivas esferas de competência, de acordo com a legislação vigente.
Na elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, devem ser considerados princípios que conduzam à reciclagem, bem como a soluções integradas ou consorciadas, para os sistemas de tratamento e disposição final, de acordo com as diretrizes estabelecidas pelos órgãos de meio ambiente e de saúde competentes.
A implantação de sistemas de tratamento e disposição final de resíduos sólidos fica condicionada ao licenciamento, pelo órgão ambiental competente em conformidade com as normas em vigor.

Quadro 66 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Legislação e Normas

Principais resoluções nacionais
Resolução CONAMA nº 05, de 05 de agosto de 1993. Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e estabelecimentos prestadores de serviços de saúde. Revogadas as disposições que tratam de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde pela Resolução CONAMA nº 358/05.
Resolução CONAMA nº 06, de 19 de setembro de 1991. Dispõe sobre tratamento de resíduos sólidos provenientes de estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos.
Normas técnicas
ABNT NBR 7500:2013 - Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos.
NBR 7501:2011 - Transporte terrestre de produtos perigosos – Terminologia.
NBR 7503:2013 - Ficha de emergência e envelope para o transporte terrestre de produtos perigosos - Características, dimensões e preenchimento.
ABNT NBR 12235:1992 - Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – Procedimento.
ABNT NBR 10.004:2004 – Resíduos sólidos: Classificação.
ABNT NBR 10.005:2004 – Procedimentos para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos.
ABNT NBR 10.006:2004 – Procedimentos para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.
ABNT NBR 10.007:2004 – Amostragem de resíduos sólidos.

3.4.1.3. Resíduos dos serviços de saúde

Os resíduos de serviços de saúde são aqueles “gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS”, segundo o art. 13 da Lei n° 12.305 de 2010. A seguir são apresentadas regras, legislação aplicável e orientações gerais sobre esses resíduos (Quadro 67, Quadro 68, Quadro 69, Quadro 70, Quadro 71, Quadro 72, Quadro 73, Quadro 74 e Quadro 75).

Quadro 67 - Resíduos de Serviço de Saúde – Classificação.

Classificação dos RSS segundo a Resolução RDC nº 306 de 2004 e a Resolução CONAMA nº 358 de 2005.
Grupo A1: Culturas e estoques de microrganismos, resíduos de fabricação de produtos biológicos, exceto os hemoderivados, descarte de vacinas de microrganismos vivos ou atenuados; meios de cultura e instrumentos utilizados na transferência, inoculação ou mistura de culturas, resíduos de laboratórios de manipulação genética, resíduos resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação biológica ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido, bolsas de transfusões contendo sangue ou hemocomponentes rejeitados por contaminação ou por má conservação com prazo de validade vencido e aquelas oriundas de coleta incompleta, sobras de amostras de laboratório contendo sangue ou líquidos corpóreos na forma livre.
Grupo A2: Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos ao processo de experimentação com inoculação de microrganismos, bem como suas forrações, e os cadáveres dos animais suspeitos de serem portadores de microrganismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação, que foram submetidos ou não a estudo anatomopatológico ou confirmação diagnóstica.
Grupo A3: Peças anatômicas (membros) do ser humano; produto de fecundação sem sinais vitais, com peso menor que 500 g ou estatura menor que 25 centímetros ou idade gestacional menor que 20 semanas, que não tenham valor científico ou legal e não tenha havido requisição pelo paciente ou familiares.
Grupo A4: Kits de linhas arteriais, endovenosas de dialisadores, quando descartados, filtros de ar e gases aspirados de área contaminada; membrana filtrante de equipamento médico-hospitalar e de pesquisa, entre outros similares, sobras de amostras de laboratório e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções, provenientes de pacientes que não contenham e nem sejam suspeitos de conter agentes classe de risco 4, e nem apresentar relevância epidemiológica e risco de disseminação, ou microrganismo causador de doença emergente que seja epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido ou com suspeita de contaminação com príons, resíduos de tecido adiposo proveniente de lipoaspiração, lipoescultura ou outro procedimento de cirurgia plástica que gere este tipo de resíduo, recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde que não contenha sangue ou líquidos corpóreos na forma livre, peças anatômicas (órgãos e tecidos) e outros resíduos provenientes de procedimentos cirúrgicos ou de estudos anatomopatológicos ou de confirmação diagnóstica, carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais não submetidos a processos de experimentação com inoculação de microrganismos, bem como suas forrações, bolsas transfusionais vazias ou com volume residual pós-transfusão.
Grupo A5: Órgãos, tecidos, fluídos orgânicos, materiais perfurocortantes ou escarificantes e demais materiais resultantes da atenção à saúde de indivíduos, ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação com príons.
Grupo B: Produtos hormonais e produtos antimicrobianos; citostáticos; antineoplásicos, imunomoduladores, antirretrovirais, quando descartados por serviços de saúde, farmácias, drogarias e distribuidoras de medicamentos ou apreendidos e os resíduos e insumos farmacêuticos dos medicamentos controlados pela Portaria 344/98 e suas atualizações, resíduos de saneantes, desinfetante, resíduos contendo metais pesados; reagentes para laboratório, inclusive os recipientes contaminados por estes, efluentes de processadores de imagem (reveladores e fixadores), efluentes dos equipamentos automatizados utilizados em análises clínicas e demais produtos considerados perigosos, conforme classificação da NBR 10.004 da ABNT (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos).

Classificação dos RSS segundo a Resolução RDC nº 306 de 2004 e a Resolução CONAMA nº 358 de 2005.
Grupo C: Quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista. Enquadram-se neste grupo quaisquer materiais resultantes de laboratórios de pesquisa e ensino na área de saúde, laboratórios de análises clínicas e serviços de medicina nuclear e radioterapia que contenham radionuclídeos em quantidade superior aos limites de eliminação.
Grupo D: Papel de uso sanitário, fralda, absorventes higiênicos, peças descartáveis do vestuário, resto alimentar do paciente, material utilizado em antissepsia e hemostasia de venóclises, equipos de soro e outros similares não classificados como Grupo A1, sobras de alimentos e do preparo de alimentos, restos alimentares do refeitório, resíduos provenientes das áreas administrativas, resíduos de varrição, flores, podas e jardins, resíduos de gesso provenientes de assistência à saúde.
Grupo E: Materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como: lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas; tubos capilares; micropipetas; lâminas e lamínulas; espátulas; e todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri) e outros similares.

Quadro 68 - Resíduos de Serviço de Saúde – Símbolos de Identificação

Símbolos de identificação dos RSS segundo a Resolução RDC nº 306 de 2004
Os resíduos do Grupo A, de risco infectante, são identificados com o símbolo de substância INFECTANTE com desenho e contornos pretos em rótulo branco.
Os resíduos do Grupo B, de risco químico, são identificados com o símbolo de RISCO com discriminação de substancia química e frases de risco.
O descarte de pilhas, baterias e acumuladores de carga contendo Chumbo (Pb), Cádmio (Cd) e Mercúrio (Hg) e seus compostos, deve ser feito de acordo com a Resolução CONAMA nº. 257/1999.
Os resíduos do Grupo C, de risco radioativo, são identificados pelo símbolo internacional de presença de IRRADIAÇÃO IONIZANTE (trifólio de cor magenta) em rótulos de fundo amarelo e contornos pretos, acrescidos da expressão REJEITO RADIOATIVO.
Os resíduos do Grupo D, de risco comum, são identificados com a relação de grupos, recipientes e cores estabelecida pela resolução CONAMA 275 de 2001, ou seja, cor azul para PAPÉIS, cor amarela para METAIS, cor verde para VIDROS, cor vermelha para PLÁSTICOS e cor marrom para RESIDUOS ORGÂNICOS.
Os resíduos do Grupo E, de risco perfurocortante, são identificados com o símbolo de substância INFECTANTE com desenho e contornos pretos em rótulo branco.
O transporte e armazenando dos resíduos deverão ser devidamente identificados com símbolos de identificação segundo especificações da NBR-7500.

Quadro 69 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Acondicionamento

Acondicionamento dos RSS segundo a Resolução RDC nº 306 de 2004
Os resíduos do Grupo A, de risco infectante, são acondicionados em saco de cor branco leitoso.
Os resíduos do Grupo B, de risco químico, são acondicionados em saco de cor laranja.
Os resíduos do Grupo C, de risco radioativo, são acondicionados em saco de cor magenta.
Os resíduos do Grupo D, de risco comum, são acondicionados em recipientes segundo a resolução CONAMA 275 de 2001, ou seja, cor azul para PAPÉIS, cor amarela para METAIS, cor verde para VIDROS, cor vermelha para PLÁSTICOS e cor marrom para RESIDUOS ORGÂNICOS.
Os resíduos do Grupo E, de risco perfurocortante, são acondicionados em caixa rígida específica.

Acondicionamento dos RSS segundo a Resolução RDC nº 306 de 2004
O material utilizado para o acondicionamento dos resíduos deverá se resistente à ruptura e vazamento, impermeável, estando de acordo com a NBR 9191/2000 da ABNT.

Quadro 70 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Coleta e Transporte.

Regras de coleta e transporte dos RSS segundo a Resolução RDC nº 306 de 2004
A coleta pode ser entendida como interna ou externa. A coleta interna consiste no fechamento e recolhimento dos sacos e recipientes de resíduos, e no seu transporte até o local de armazenamento temporário ou armazenamento externo, onde deverão estar alocados para a coleta externa.
A coleta externa consiste em apanhar os resíduos armazenados e transporta-los para o tratamento e disposição final adequados.
O transporte consiste na retirada dos resíduos de serviço de saúde desde seu armazenamento externo até a central de tratamento ou disposição final. Os serviços de transporte devem devidamente regulamentados e fiscalizados pelo poder municipal ou estadual, independente do serviço de transporte ser privado ou público.
Os veículos utilizados para coleta e transporte externo dos resíduos de serviços de saúde devem atender às exigências legais e às normas da ABNT.
As características originais de acondicionamento devem ser mantidas, não se permitindo abertura, rompimento ou transferência do conteúdo de uma embalagem para outra durante o processo de coleta e transporte.

Quadro 71 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Triagem e Transbordo.

Regras de triagem e transbordo dos RSS segundo a Resolução CONAMA nº358 de 2005
As estações para transferência de resíduos de serviços de saúde devem estar licenciadas pelo órgão ambiental competente.
É obrigatória a segregação dos resíduos na fonte e no momento da geração, de acordo com suas características, para fins de redução do volume dos resíduos a serem tratados e dispostos, garantindo a proteção da saúde e do meio ambiente.
O manuseio de resíduos de serviços de saúde está regulamentado pela norma NBR 12.809 da ABNT e compreende os cuidados que se deve ter para segregar os resíduos na fonte e para lidar com os resíduos perigosos.
Para o manuseio dos resíduos infectantes devem ser utilizados os seguintes equipamentos de proteção individual: avental plástico, luvas plásticas, bota de PVC ou sapato fechado, óculos, máscara.

Quadro 72 - Resíduos de Serviço de Saúde – Métodos de Tratamento

Métodos de tratamento dos RSS: suas vantagens e desvantagens
O tratamento consiste em modificar as características físicas, químicas ou biológicas dos RSS com o objetivo de reduzir ou neutralizar seus respectivos riscos, permitindo destina-los para a disposição final dentro dos padrões e normas legais.
No Brasil, os principais tipos de tratamento para RSS são a autoclavagem, incineração e microondas. A autoclavagem consiste em processo de descontaminação por vapor em condições alta temperatura e pressão. VANTAGENS: baixo custo de investimento e operação, adequado para pequenos estabelecimentos; Operação relativamente simples; Não emissão de poluentes na atmosfera. DESVANTAGENS: A eficiência da esterilização depende da correta operação; Algumas embalagens impedem a penetração do vapor, reduzindo a eficiência da esterilização; Não pode ser utilizada para resíduos anatômicos.
A incineração consiste na queima dos resíduos, utilizando gás natural, gás metano ou diesel para combustão inicial. VANTAGENS: Redução significativa de volume; Pode-se aproveitar o calor para gerar energia elétrica; Diminuição dos custos do transporte de escória aos aterros; Resíduo irreconhecível após tratamento. DESVANTAGENS: Custo elevado de investimento; Emissão de poluentes gasosos; Necessidade de tratamento dos gases emitidos; Necessidade de sistemas de monitoramento ambiental.

Métodos de tratamento dos RSS: suas vantagens e desvantagens
O processo de microondas consiste na descontaminação pelo alto aquecimento das moléculas de água induzido por ressonância. VANTAGENS: Redução significativa de volume, de aproximadamente 80%; Resíduos irreconhecível e descaracterizado após tratamento; Operação simples; Ocupa pequena área; Não produz efluente líquido ou emissões gasosas. DESVANTAGENS: Impedimento de operação no cone de recepção, quando da entrada de objetos rígidos no triturador; O triturador aceita somente pequenas peças de metal.

Quadro 73 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Tratamento e Disposição Final

Regras de tratamento e disposição final dos RSS segundo a Resolução CONAMA nº 358 de 2005
Os resíduos do Grupo A1 devem ser submetidos a processos de tratamento em equipamento que promova redução de carga microbiana compatível com nível III de inativação microbiana e devem ser encaminhados para aterro sanitário licenciado ou local devidamente licenciado para disposição final de RSS.
Os resíduos do Grupo A2 devem ser submetidos a processos de tratamento em equipamento que promova redução de carga microbiana compatível com nível III de inativação microbiana e devem ser encaminhados para aterro sanitário licenciado ou local devidamente licenciado para disposição final de RSS ou para o sepultamento em cemitério de animais.
Os resíduos do Grupo A3 quando não houver requisição pelo paciente ou familiares e/ou não tenham mais valor científico ou legal, devem ser encaminhados para sepultamento em cemitério, desde que haja autorização do órgão competente do Município, do Estado ou do Distrito Federal ou tratamento térmico por incineração ou cremação, em equipamento devidamente licenciado para esse fim.
Os resíduos do Grupo A4 podem ser encaminhados sem tratamento prévio para local devidamente licenciado para a disposição final de RSS.
Os resíduos do Grupo A5 devem ser submetidos a tratamento específico orientado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA.
Os resíduos do Grupo B com características de periculosidade, quando não forem submetidos a processo de reutilização, recuperação ou reciclagem, devem ser submetidos a tratamento e disposição final específicos. Aqueles sem características de periculosidade, não necessitam de tratamento prévio.
Os resíduos do Grupo C ou rejeitos radioativos são os RSS que contêm radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados na norma CNEN-NE-6.02 - Licenciamento de Instalações Radiativas e sua reutilização é imprópria ou não prevista. Estes resíduos devem obedecer às exigências definidas pela CNEN.
Os resíduos do Grupo D quando não forem passíveis de processo de reutilização, recuperação ou reciclagem, devem atender as normas legais de higienização e descontaminação e a Resolução CONAMA nº 275 de 2001, devendo ser encaminhados para aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos, devidamente licenciado pelo órgão ambiental competente.
Os resíduos do Grupo E devem ter tratamento específico de acordo com a contaminação química, biológica ou radiológica. Os resíduos devem ser apresentados para coleta acondicionados em coletores estanques, rígidos e hígidos, resistentes à ruptura, à punctura, ao corte ou à escarificação.

Quadro 74 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Licenciamento

Regras de Licenciamento segundo a Resolução CONAMA nº 358 de 2005
Os sistemas de tratamento e disposição final de resíduos de serviços de saúde devem estar licenciados pelo órgão ambiental competente para fins de funcionamento e submetidos a monitoramento de acordo com parâmetros e periodicidade definidos no licenciamento ambiental.
Os geradores de RSS em operação ou a serem implantados, devem elaborar e implantar o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde-PGRSS, de acordo com a legislação vigente, especialmente as normas da vigilância sanitária.

Regras de Licenciamento segundo a Resolução CONAMA nº 358 de 2005
O órgão ambiental competente, no âmbito do licenciamento, fixará prazos para regularização dos serviços em funcionamento, devendo ser apresentado o PGRSS devidamente implantado. O órgão ambiental competente pode solicitar informações adicionais ao PGRSS, sempre que necessário.
Na elaboração do PGRSS, devem ser considerados princípios que conduzam à minimização e às soluções integradas ou consorciadas, que visem o tratamento e a disposição final destes resíduos de acordo com as diretrizes estabelecidas pelos órgãos de meio ambiente e de saúde competentes.
Em todo processo de manejo dos RSS, sendo as principais etapas: acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final, deverá haver o devido licenciamento de todas as partes integrantes deste processo segundo as normas legais em âmbito Federal, Estadual e Municipal.

Quadro 75 - Resíduos de Serviço de Saúde – Legislação e Normas

Principais resoluções nacionais
Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº 283, de 12 de julho de 2001. Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde.
Resolução ANVISA RDC nº 306 de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.
Normas técnicas
ABNT NBR 7500:2013 - Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos.
NBR 7501:2011 - Transporte terrestre de produtos perigosos – Terminologia.
NBR 7503:2013 - Ficha de emergência e envelope para o transporte terrestre de produtos perigosos - Características, dimensões e preenchimento.
NBR 9191/2000 da ABNT Sacos plásticos para acondicionamento de lixo - Requisitos e métodos de ensaio.
ABNT NBR 12807:2013 Resíduos de serviços de saúde — Terminologia.
ABNT NBR 12808:1993 Resíduos de serviço de saúde – Classificação.
ABNT NBR 12809:2013 Resíduos de serviços de saúde — Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento.
ABNT NBR 12810:1993 - Coleta de resíduos de serviços de saúde – Procedimento.
ABNT NBR 13853:1997 Coletores para resíduos de serviços de saúde perfurantes ou cortantes - Requisitos e métodos de ensaio.
ABNT NBR 13842:2008 – Artigos têxteis hospitalares – Determinação de pureza (resíduos de incineração, corantes corretivos, substâncias gordurosas e de substâncias solúveis em água). **Resoluções SEMAD** Resolução SEMAD nº 1.300 de 06 de maio de 2011. Dispõe sobre a criação de Grupo Multidisciplinar de Trabalho para estabelecer critérios de avaliação de implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) nos estabelecimentos geradores desses resíduos e estabelecer diretrizes de termo de referencia para elaboração e a apresentação do PGRSS no Estado de Minas Gerais.

3.4.1.4. Resíduos de mineração

Segundo a Lei n° 12.305 de 2010, resíduos de mineração são aqueles “gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios” (art.13).

Por englobarem diversas tipologias, esses resíduos apresentam poucas regras gerais, exigindo uma avaliação específica para cada caso. No entanto, os geradores de resíduos de mineração devem atentar para as normas legais específicas ao seu tipo de resíduo.

Os resíduos de mineração deverão ser classificados de acordo com os procedimentos técnicos estabelecidos pelas normas da ABNT apresentadas a seguir (Quadro 76).

Quadro 76 - Resíduos de Mineração – Normas

Normas técnicas
ABNT NBR 10.004:2004 – Resíduos sólidos: Classificação.
ABNT NBR 10.005:2004 – Procedimentos para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos.
ABNT NBR 10.006:2004 – Procedimentos para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.
ABNT NBR 10.007:2004 – Amostragem de resíduos sólidos.
ABNT NBR 12235:1992 – Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos.
ABNT NBR 13028:2006 – Mineração – Elaboração e apresentação de projetos de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reservação de água.
ABNT NBR 13029:2006 – Mineração – Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril em pilha.
ABNT NBR 13030:1999 – Elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração.

3.4.1.5. Resíduos de construção civil

Os resíduos de construção civil são aqueles “gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS”, segundo o art. 13 da Lei n° 12.305 de 2010. A legislação aplicável a esse tipo de resíduo, bem como as normas e regras gerais, estão apresentadas no Quadro 77, Quadro 78, Quadro 79, Quadro 80 e no Quadro 81.

Quadro 77 - Resíduos de Construção Civil – Classificação.

Classificação dos RCC segundo a Resolução CONAMA nº 307 de 2002
Classe A: são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como os resíduos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos de terraplanagem; resíduos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; e resíduos 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,

Classificação dos RCC segundo a Resolução CONAMA nº 307 de 2002
papelão, metais, vidros, madeiras e gesso.
Classe C: são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.
Classe D: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Quadro 78 - Resíduos de Construção Civil – Regras de Coleta e Transporte.

Regras de coleta e transporte dos RCC segundo a Resolução CONAMA nº 307 de 2002
O gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem.
O transporte deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos.

Quadro 79 - Resíduos de Construção Civil – Regras de Tratamento e Disposição.

Regras de tratamento e disposição dos RCC segundo a Resolução CONAMA nº 307 de 2002
Os resíduos Classe A devem ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros.
Os resíduos Classe B devem ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
Os resíduos Classe C devem ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
Os resíduos Classe D devem ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
Os resíduos da construção civil não podem ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, em áreas de "bota fora", em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei.

Quadro 80 - Resíduos de Construção Civil – Regras de Licenciamento.

Regras de licenciamento dos RCC segundo a Resolução CONAMA nº 307 de 2002 e o Decreto nº 20.954 de 2014
Os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil - PGRCC serão elaborados e implementados pelos grandes geradores e terão como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos.
Os PGRCC de empreendimentos e atividades sujeitos ao licenciamento ambiental deverão ser analisados dentro do processo de licenciamento, junto aos órgãos ambientais competentes.
Os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão contemplar as seguintes etapas: Caracterização; Triagem; Acondicionamento; Transporte e Destinação.
Os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, de empreendimentos e atividades não enquadrados na legislação como objeto de licenciamento ambiental, deverão ser apresentados juntamente com o projeto do empreendimento para análise pelo órgão competente do Poder Público Municipal, em conformidade com o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil.

Quadro 81 - Resíduos de Construção Civil – Legislação e Normas.

Principais resoluções nacionais
Resolução CONAMA nº 448 de 18 de janeiro de 2012. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 8º. 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002 do CONAMA, alterando critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
Resolução CONAMA nº 431 de 24 de maio de 2011. Altera a Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso.
Resolução CONAMA nº 348, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.
Resolução CONAMA nº 307, de 17 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Alterada pelas resoluções CONAMA 348/04, 431/11 e 448/12.
Normas técnicas
ABNT NBR 15112:2004 - Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
ABNT NBR 15113:2004 - Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
ABNT NBR 15114:2004 - Resíduos sólidos da Construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
ABNT NBR 15115:2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos.
ABNT NBR 15116:2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. **Deliberações COPAM** Deliberação Normativa COPAM nº 117, de 27 de junho de 2008. Dispõe sobre a declaração de informações relativas às diversas fases de gerenciamento dos resíduos sólidos gerados pelas atividades minerarias no Estado de Minas Gerais.

3.4.1.6. Resíduos agrossilvopastoris – embalagens de agrotóxicos

Os resíduos agrossilvopastoris são aqueles “gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades”, segundo o art. 13 da Lei n° 12.305 de 2010. O Quadro 82, Quadro 83, Quadro 84, Quadro 85 e o Quadro 86 apresentam as normas específicas.

Quadro 82 - Resíduos Agrossilvopastoris – Regras de Coleta e Transporte.

Regras de coleta e transporte segundo a Resolução CONAMA nº 334 de 2003
As embalagens vazias devem ser, temporariamente, armazenadas na propriedade.
As embalagens vazias devem ser transportadas e devolvidas com suas respectivas tampas, para a unidade de recebimento mais próxima (procurar orientação junto aos revendedores sobre os locais para a devolução das embalagens), no prazo de até um ano, contado da data de sua compra.
Os comprovantes de entrega das embalagens e a nota fiscal de compra do produto deverão ser mantidos pelo poder dos usuários.
Os veículos (unidades volantes) destinados à coleta regular de embalagens vazias de agrotóxicos e afins para posterior entrega em posto, central ou local de destinação final ambientalmente adequada estão sujeitos à legislação específica para o transporte de cargas perigosas.

Quadro 83 - Resíduos Agrossilvopastoris – Regras de Triagem e Transbordo.

Regras de triagem e transbordo segundo a Resolução CONAMA nº 334 de 2003
Os critérios de adequação de estabelecimento comercial para as operações de recebimento e armazenamento temporário das embalagens vazias de agrotóxicos e afins serão definidos pelo órgão ambiental competente.
Os postos e centrais não poderão receber embalagens com restos de produtos, produtos em desuso, ou impróprios para comercialização e utilização.

Quadro 84 - Resíduos Agrossilvopastoris – Regras de Tratamento e Disposição.

Regras de tratamento e disposição final segundo a Resolução CONAMA nº 334 de 2003
Cabe às empresas instaladas ou que venham a se instalar no território municipal, a responsabilidade pela construção e gerenciamento de unidades de recebimento de embalagens vazias de defensivos agrícolas.
Para encerrar as atividades, o empreendedor deve, previamente, requerer Autorização de Desativação, juntando Plano de Encerramento da Atividade, nele incluindo medidas de recuperação da área atingida e indenização de possíveis vítimas.
Não podem ser instalados galpões em áreas de mananciais.

Quadro 85 - Resíduos Agrossilvopastoris – Regras de Licenciamento.

Regras de licenciamento segundo a Resolução CONAMA nº 334 de 2003
Posto é considerado a unidade que se destina ao recebimento, controle e armazenamento temporário das embalagens vazias de agrotóxicos e afins, até que as mesmas sejam transferidas à central, ou diretamente à destinação final ambientalmente adequada. Central possui a mesma definição de posto, com o acréscimo da redução de volume, conforme o art. 2° da CONAMA nº 334/03.
A localização, construção, instalação, modificação e operação de posto e central de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos e afins dependerão de prévio licenciamento do órgão ambiental competente, sem prejuízo de outras licenças legalmente exigíveis.
O órgão ambiental competente exigirá para o licenciamento ambiental de posto e central, no mínimo, os itens relacionados no art. 5° da CONAMA nº 334/03, exigindo-os, a seu critério, em cada uma de suas etapas.

Quadro 86 - Resíduos Agrossilvopastoris – Legislação e Normas.

Leis e decretos federais
Decreto nº 4.074, de 04 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989.
Lei nº 9.974, de 06 de junho de 2000. Altera a Lei nº 7.082, de 11 de julho de 1989.
Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e a rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Alterada pela Lei nº 9.974, de 06.06.00.
Principais resoluções nacionais
Resolução CONAMA nº 334, de 03 de abril de 2003. Dispõe sobre os procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.
Normas técnicas
ABNT NBR 7500:2013 - Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos.
NBR 7501:2011 - Transporte terrestre de produtos perigosos – Terminologia.
NBR 7503:2013 - Ficha de emergência e envelope para o transporte terrestre de produtos perigosos - Características, dimensões e preenchimento.
ABNT NBR 13227:2006 – Agrotóxicos e afins - Determinação de resíduo não volátil.

ABNT NBR 13230:2008 – Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis - Identificação e simbologia.
ABNT NBR 13968:1997 - Embalagem rígida vazia de agrotóxico - Procedimentos de lavagem
NBR 14719:2001 - Embalagem rígida vazia de agrotóxico - destinação final da embalagem lavada – Procedimento.
NBR 14935:2003 - Embalagem vazia de agrotóxico - Destinação final de embalagem não lavada – Procedimento.

O art. 5º da Resolução CONAMA nº 334 de 2003 dispõe os itens mínimos para o licenciamento de posto e central de resíduos agrossilvospastoris, conforme segue:

"Art. 5° O órgão ambiental competente exigirá para o licenciamento ambiental de posto e central, no mínimo, os itens relacionados abaixo, exigindo-os, a seu critério, em cada uma de suas etapas:

I - projeto básico que deverá seguir, no mínimo, as especificações de construção que constam do anexo II, destacando o sistema de drenagem;

II - declaração da Prefeitura Municipal ou do Governo do Distrito Federal, de que o local e o tipo de empreendimento estão de acordo com o Plano Diretor ou similar;

III - croqui de localização dos postos e centrais, locando o mesmo dentro da bacia hidrográfica, ou sub-bacia, com rede de drenagem, áreas de preservação permanente, edificações, vegetação, em um raio mínimo de quinhentos metros;

IV - termo de compromisso firmado pela empresa registrante de agrotóxicos e afins, ou por sua entidade representativa, garantindo o recolhimento, transporte e destinação final das embalagens vazias recebidas, com previsão de multa diária, conforme legislação pertinente;

V - identificação de possíveis riscos de contaminação e medidas de controle associadas;

VI - programa de treinamento dos funcionários;

VII - programa de monitoramento toxicológico dos funcionários, com exames médicos periódicos, com pesquisa de agrotóxicos no sangue;

VIII - programa de monitoramento de solo e da água nas áreas de postos e centrais de recebimento;

IX - programa de comunicação social interno e externo alertando sobre os riscos ao meio ambiente e a saúde;

X - sistema de controle de recebimento e de destinação de embalagens vazias; e

XI - responsável técnico pelo funcionamento dos postos e centrais de recebimento".

3.4.1.7. Resíduos industriais

Conhecidos como lixo industrial, os resíduos industriais (RI), segundo a Lei n° 12.305 de 2010, são aqueles “gerados nos processos produtivos e instalações industriais” (art.13).

Por suas variadas características, os RIs necessitam de avaliação específica quanto a sua classificação e tratamento. Pelo uso das normas da ABNT de classificação de resíduos, os RIs podem ser considerados como resíduos perigosos (Classe I), não perigosos e não inertes (Classe II - A) e como não perigosos e inertes (Classe II-B), sendo que este último ocorre apenas em alguns casos. A legislação e regras para os resíduos industriais estão apresentadas no Quadro 87 e no Quadro 88.

Quadro 87 - Resíduos Industriais – Regras de Licenciamento e Obrigações Legais.

Regras de Licenciamento e Obrigações Legais segundo a Resolução CONAMA nº 313 de 2002.
Os resíduos existentes ou gerados pelas atividades industriais serão objeto de controle específico, como parte integrante do processo de licenciamento ambiental.
As indústrias deverão indicar as informações que considerarem sigilosas.
As concessionárias de energia elétrica e empresas que possuam materiais e equipamentos contendo Bifenilas Policloradas - PCBs deverão apresentar ao órgão estadual de meio ambiente o inventário desses estoques, na forma e prazo a serem definidos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.
Vale ressaltar que as pessoas físicas ou jurídicas que utilizam ou tenham sob sua guarda transformadores, capacitores e demais equipamentos elétricos contendo PCBs, bem como óleos ou outros materiais contaminados por PCBs, ficam obrigadas a providenciar a sua eliminação progressiva até 2020, de acordo com a Lei Estadual nº 12.288 de 2006.
As indústrias devem registrar mensalmente e manter na unidade industrial os dados de geração e destinação dos resíduos gerados para efeito de obtenção dos dados para o Inventário Nacional dos Resíduos Industriais.

Quadro 88 - Resíduos Industriais – Legislação e Normas.

Principais resoluções nacionais
Resolução CONAMA nº 313, de 22 de novembro de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.
Normas técnicas
ABNT NBR 7500:2013 - Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos.
NBR 7501:2011 - Transporte terrestre de produtos perigosos – Terminologia.
NBR 7503:2013 - Ficha de emergência e envelope para o transporte terrestre de produtos perigosos - Características, dimensões e preenchimento.
ABNT NBR 8418:1984 - Apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos-Procedimento.
ABNT NBR 10.004:2004 – Resíduos sólidos: Classificação.
ABNT NBR 10.005:2004 – Procedimentos para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos.

ABNT NBR 10.006:2004 – Procedimentos para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.
ABNT NBR 10.007:2004 – Amostragem de resíduos sólidos.
ABNT NBR 16725:2011 – Resíduo químico — Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente — Ficha com dados de segurança de resíduos químicos (FDSR) e rotulagem. Deliberações COPAM Deliberação Normativa COPAM nº 136, de 22 de maio de 2009. Altera e complementa a Deliberação Normativa COPAM nº. 90, de 15 de setembro de 2005, que dispõe sobre a declaração de informações relativas às diversas fases de gerenciamento dos resíduos sólidos industriais no Estado de Minas Gerais.

3.4.1.8. Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestação de serviço

Os resíduos de estabelecimento comerciais e prestação de serviço são aqueles gerados por supermercados, estabelecimento bancários, lojas, bares, restaurantes, entre outros. Sua composição compreende grande quantidade de material reciclável (papel, plástico, embalagens diversas), resíduos de higiene, tais como papel-toalha, papel higiênico e resíduos orgânicos (restos de alimentos).

Além disso, podem ser encontrados resíduos de significativo impacto ambiental, como pilhas e baterias, pneus inservíveis, óleos comestíveis e óleos lubrificantes usados.

Esses resíduos não são equiparados aos resíduos domiciliares, pois podem conter características de periculosidade, composição e volume que os tornam sujeitos a elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

As regras a seguir (Quadro 89, Quadro 90, Quadro 91 e Quadro 92) são listadas para os estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço que geram resíduos perigosos ou resíduos que, por sua natureza, composição ou volume, não podem ser considerados como resíduos domiciliares.

Quadro 89 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais – Regras de sobre óleos lubrificantes, pilhas e baterias, pneus inservíveis, embalagens de agrotóxico, lixo eletrônico e lâmpadas fluorescentes.

Regras sobre óleos lubrificantes, pilhas e baterias, pneus inservíveis e embalagens de agrotóxicos, lixo eletrônico e lâmpadas fluorescentes (Resoluções CONAMA n° 362/05, n°401/08, n° 416/09)
Todo óleo lubrificante usado ou contaminado deverá ser recolhido, coletado e ter destinação final, de modo que não afete negativamente o meio ambiente e propicie a máxima recuperação dos constituintes nele contidos.

Regras sobre óleos lubrificantes, pilhas e baterias, pneus inservíveis e embalagens de agrotóxicos, lixo eletrônico e lâmpadas fluorescentes (Resoluções CONAMA n° 362/05, n°401/08, n° 416/09)
Os produtores e importadores são obrigados a coletar todo óleo disponível ou garantir o custeio de toda a coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado efetivamente realizada, na proporção do óleo que colocarem no mercado conforme metas progressivas intermediárias e finais a serem estabelecidas pelos Ministérios de Meio Ambiente e de Minas e Energia em ato normativo conjunto, mesmo que superado o percentual mínimo.
Os estabelecimentos que comercializam as pilhas e baterias enquadradas no art. 1º da Resolução CONAMA n° 401 de 2008, bem como a rede de assistência técnica autorizada pelos fabricantes e importadores desses produtos, deverão receber dos usuários as pilhas e baterias usadas, respeitando o mesmo princípio ativo, sendo facultativa a recepção de outras marcas, para repasse aos respectivos fabricantes ou importadores.
Os fabricantes e os importadores de pneus novos, com peso unitário superior a 2,0 kg (dois quilos), são obrigados a coletar e dar destinação adequada aos pneus inservíveis existentes no território nacional.
Os estabelecimentos de comercialização de pneus são obrigados, no ato da troca de um pneu usado por um pneu novo ou reformado, a receber e armazenar temporariamente os pneus usados entregues pelo consumidor, sem qualquer tipo de ônus para este, adotando procedimentos de controle que identifiquem a sua origem e destino.
As empresas produtoras e comercializadoras de agrotóxicos, seus componentes e afins, são responsáveis pela destinação das embalagens vazias dos produtos por elas fabricados e comercializados, após a devolução pelos usuários, e pela dos produtos apreendidos pela ação fiscalizatória e dos impróprios para utilização ou em desuso, com vistas à sua reutilização, reciclagem ou inutilização, obedecidas as normas e instruções dos órgãos registrantes e sanitário-ambientais competentes.
A empresa que fabrica, importa ou comercializa produtos tecnológicos eletrônicos (componentes periféricos de computadores; monitores e televisores; acumuladores de energia ou baterias e pilhas; produtos magnetizados) tem responsabilidade de manter pontos de coleta para receber lixo eletrônico a ser descartado pelo consumidor.

Quadro 90 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais – Regras de Coleta e Transporte

Regras de coleta e transporte
O acondicionamento de resíduos perigosos, como forma temporária de espera para reciclagem, recuperação, tratamento e/ou disposição final, pode ser realizado em *containers*, tambores, tanques e/ou a granel.
Nenhum resíduo perigoso pode ser armazenado sem análise prévia de suas propriedades físicas e químicas, uma vez que disso depende a sua caracterização como perigoso ou não e o seu armazenamento adequado.
Um local de armazenamento deve possuir um plano de amostragem de resíduos que tenha: os parâmetros que são analisados em cada resíduo, justificando-se cada um; os métodos de amostragem utilizados; os métodos de análise e ensaios a serem utilizados; a frequência de análise; as características de reatividade, inflamabilidade e corrosividade dos resíduos, bem como as propriedades que os caracterizam como tais; a incompatibilidade com outros resíduos.

Quadro 91 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais – Regras de Triagem e Transbordo.

Regras de Triagem e Transbordo
Resíduos ou substâncias que, ao se misturarem, provocam efeitos indesejáveis, como fogo, liberação de gases tóxicos ou ainda facilitam a lixiviação de substâncias tóxicas, não devem ser colocados em contato.

Quadro 92 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais – Legislação e Normas

Leis e decretos federais
Lei nº 9.974 de 2000 Altera a Lei nº 7.802 de 1989.
Lei nº 7.802 de 1989 dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.
Principais resoluções nacionais
Resolução CONAMA nº 424, de 23 de abril de 2010. Revoga o parágrafo único do art. 16 da Resolução CONAMA nº 401/08.
Resolução CONAMA nº 416, de 01 de outubro de 2009. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. Revoga as resoluções nº 258/99 e nº 301/02.
Resolução CONAMA nº 401, de 04 de novembro de 2008. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. Revoga a Resolução CONAMA nº 257/99 e foi alterada pela Resolução nº 424/10.
Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005. Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado.
Normas técnicas
ABNT NBR 7500:2013 - Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos.
NBR 7501:2011 - Transporte terrestre de produtos perigosos – Terminologia.
NBR 7503:2013 - Ficha de emergência e envelope para o transporte terrestre de produtos perigosos - Características, dimensões e preenchimento.
ABNT NBR 10004:2004 – Resíduos Sólidos – Classificação.
ABNT NBR 10157:1987 – Aterros de resíduos perigosos – Critérios para projeto, construção e operação – Procedimento.
ABNT NBR 12235:1992 – Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos.
ABNT NBR 14619:2009 – Transporte terrestre de produtos perigosos – Incompatibilidade química
ABNT NBR 16156:2013 – Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos — Requisitos para atividade de manufatura reversa.

3.4.2. Critérios para pontos de apoio a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

A gestão dos resíduos urbanos não se resume a uma coleta eficiente e uma disposição correta dos resíduos sólidos. Engloba também o planejamento de diversos procedimentos operacionais a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana, que podem representar significativa otimização desses serviços, tais como: formas de acondicionamento de resíduos condizentes com a realidade local; fornecimento de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) para todos que compõem a equipe de guarnição; oferta de treinamentos às equipes sobre boas práticas no uso de equipamentos de apoio (EPIs, maquinário, ferramentas, sanitários, etc.); adoção de campanhas educativas para a população sobre o descarte adequado de resíduos;

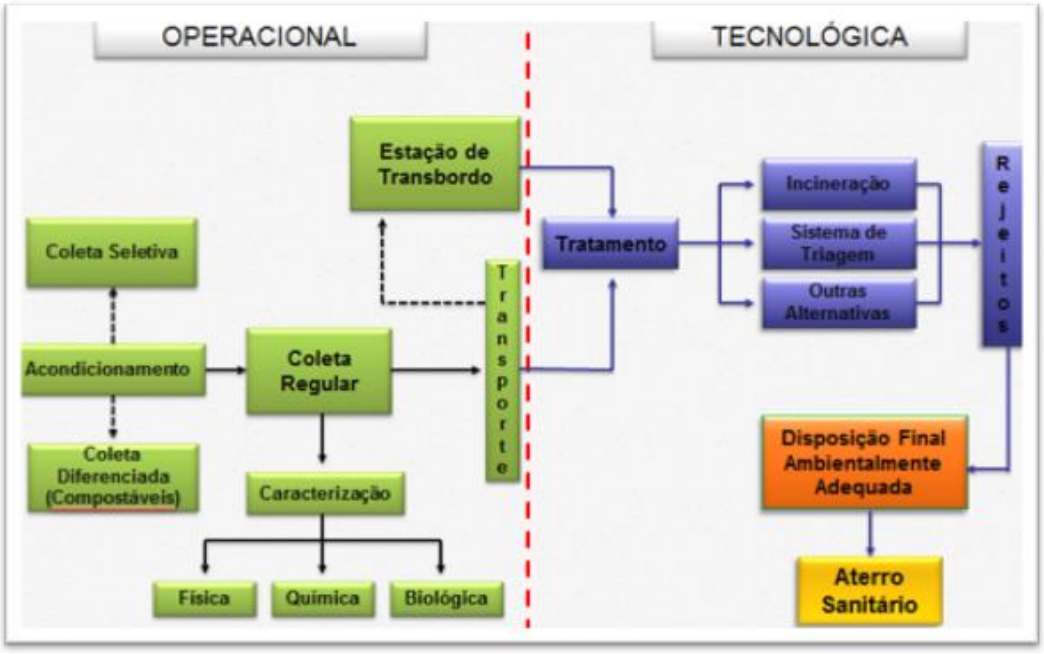
estabelecimento de estrutura adequada para os Pontos de Entrega Voluntária (PEVs); e formas adequadas de comunicação, tanto para a equipe de guarnição quanto para a população em geral sobre procedimentos a serem adotados.

Quanto às formas de comunicação, seja por meio de cartilhas, panfletos, cartazes, chamadas de rádio ou quaisquer outros veículos, os critérios para mensagens devem seguir os princípios estabelecidos pela Política Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais (PERS-MG), sendo eles:

1. a não geração;
2. a prevenção da geração;
3. a redução da geração;
4. a reutilização e o reaproveitamento;
5. a reciclagem;
6. o tratamento;
7. a disposição final ambientalmente adequada;
8. a valorização dos resíduos sólidos.

A Figura 20 apresenta um modelo geral da gestão dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

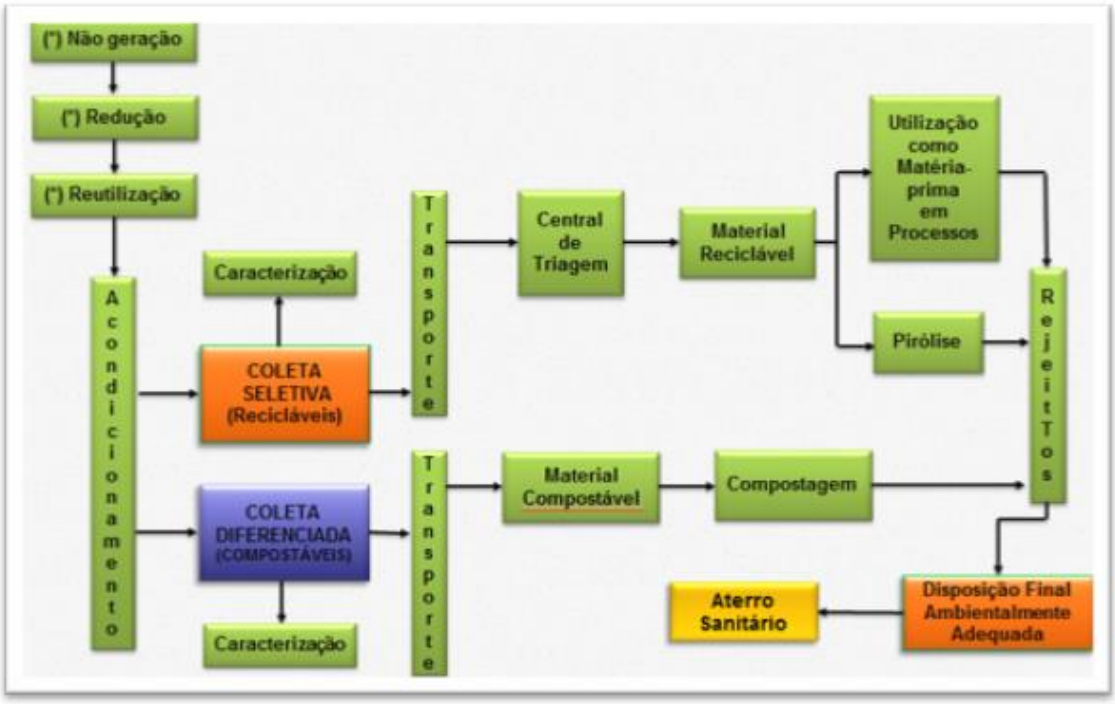
Figura 20 - Gestão dos resíduos domiciliares



Fonte: Schalch, 2002.

A seguir é apresentado um diagrama dos procedimentos para não geração, redução, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos (Figura 21).

Figura 21 - Procedimentos para não geração, redução, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos



Fonte: Schalch, 2002.

3.4.2.1. Caracterização física

A caracterização física dos resíduos da coleta regular permite a análise dos tipos recolhidos e suas particularidades e, assim, o planejamento das disposições adequadas para cada um deles.

Algumas características que podem ser determinadas são a composição gravimétrica, o peso específico, o teor de umidade e a geração *per capita*.

Uma metodologia muito utilizada no preparo da amostra e obtenção de uma amostra significativa para a caracterização é o quarteamento, que é descrito por Matos e Schalch (2007), que citam a recomendação da *American Society For Testing And Materials* (ASTM) de utilização de uma amostra de 91 a 140 kg, e utilizam para o referido trabalho uma amostra de 200 kg obtida por quarteamento.

As etapas abaixo são descritas no Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do Governo Federal (Manual GIRS).

Preparo da amostra:

- As amostras iniciais devem ser coletadas do lixo ainda sem compactação, cada uma com cerca de $3m^3$.
- É indicado que a coleta seja de segunda a quinta-feira e em diferentes setores do município.
- Dispor os resíduos sobre uma lona, estendida em área plana. Os recipientes de acondicionamento devem ser rompidos e os resíduos misturados com auxílio de pás e enxadas.
- A mistura homogeneizada deve ser dividida em quatro partes. A seguir, dois quartos opostos, anteriormente divididos, devem ser misturados, e o processo repetido para essa nova mistura até que se obtenham quartos de cerca de $1m^3$.
- Um dos quartos deve ser utilizado para encher cinco latões de 200 litros cada, que devem ser pesados previamente.
- O que sobrar desse quarto de amostra utilizado deve ser picado e colocado em um recipiente de 2 litros, e a seguir fechado hermeticamente.
- Os resíduos restantes na lona devem ser encaminhados ao aterro.

O peso específico aparente pode ser determinado com os seguintes passos:

- Pesar, em balança aferida, os latões um por um e descontar a massa do latão vazio.
- Somar as massas de todos os latões.
- Determinar o peso aparente através do valor da soma, com a unidade $kg/m^{3.}$

A composição gravimétrica será obtida através das seguintes ações:

- Discriminar quais os componentes se quer identificar.
- Espalhar o conteúdo dos latões em uma lona e separar os resíduos em tipos de interesse.
- Todo o material que não se enquadrar nos tipos listados deverá ser considerado como "*outros*".

- Pesar os componentes de cada tipo e dividir o peso de cada um pelo peso total da amostra. Assim, será calculada a composição gravimétrica percentual.

O teor de umidade da amostra pode ser determinado através das seguintes ações:

- Pesar uma amostra de 2 litros (separada inicialmente).
- Levar a amostra ao forno (se possível em estufa) a 105 ºC por um dia, ou por dois dias consecutivos a 75 ºC.
- Pesar o material seco, repetir a pesagem até que a massa aferida seja constante.

O teor de umidade percentual será obtido com a diferença entre a massa inicial (úmida) e a massa seca sobre a massa inicial.

A geração *per capita* pode ser calculada através das seguintes ações:

- Medir o volume de resíduo que chega ao aterro durante um dia completo de trabalho.
- Com o valor de peso específico, calcular o peso total do volume aferido.
- Avaliar qual foi o percentual da população atendida pela coleta naquele dia, e calcular a população atendida com o cálculo desse percentual em relação ao número de habitantes da área urbana do município.

A taxa de geração *per capita* é o quociente do peso total pela população atendida.

3.4.2.2. Acondicionamento

Para o acondicionamento adequado dos materiais, *o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos* ou *Manual GIRS* afirma que o recipiente para acondicionamento adequado dos resíduos domiciliares deve:

- Ter peso máximo de 30 kg, com a carga para coleta manual.
- Possuir dispositivos que facilitem a locomoção.
- Ser hermético.
- Não permitir o contato com perfurocortantes.
- Ter preço acessível.

- Permitir um transporte sem muitos ruídos.
- Não reter resíduos no fundo.

É recomendado que sejam recipientes sem retorno, que aumentam a produtividade da coleta. Considerando essas características, os sacos plásticos são muito indicados quando a coleta for manual, sendo facilmente fechados, com locomoção silenciosa e sem retorno. Os sacos plásticos a serem utilizados no acondicionamento do lixo domiciliar devem seguir as características estabelecidas pela norma técnica NBR 9191, da ABNT.

Os *containers* ou coletores de plástico devem ser equipados com tampa e estar devidamente sinalizados indicando o tipo de material que podem receber. Podem ter rodas ou não. Esses recipientes são fabricados em polietileno de alta densidade (PEAD) e contêm, em sua composição, materiais recicláveis e aditivos que protegem contra a ação de raios ultravioleta. Esses coletores são utilizados para resíduos domiciliares urbanos e públicos, sendo muito indicados para edifícios. Na limpeza pública podem ser transportados pelos trabalhadores, e para acondicionamento de grandes geradores devem ter cores distintas. Existem no Brasil *containers* com volumes de 120, 240 e 360 litros – com duas rodas, e de 760 e 1.100 litros, com quatro rodas. Ainda podem ser utilizados *containers* de metal que possuem quatro rodízios e podem ter volume entre 750 e 1500 litros. Esses recipientes são basculados por caminhões compactadores.

3.4.2.3. Coleta e transporte

Por conta das características climáticas do país, o tempo entre a geração do resíduo domiciliar e sua disposição não deve ser maior que uma semana, o que evita mau cheiro excessivo e proliferação de vetores. A frequência mínima recomendada para a coleta de resíduos domésticos orgânicos num país de clima quente é de três vezes por semana.

Para redução significativa dos custos e otimização da frota, a coleta deve ser realizada em dois turnos. O número de itinerários de coleta deve ser dividido pelos quatro possíveis períodos dos turnos, obtendo-se o número de veículos que a frota deverá conter. Por exemplo: para 8 itinerários, estima-se 8/4 = 2 veículos de coleta. E

deve ser incluída uma reserva de 10% da frota para frotas de 10 veículos ou mais e pelo menos 1 veículo para frotas menores.

Os turnos podem ser de meio dia (12 horas) cada um, com uma carga de trabalho de 8 horas por turno. Isso permite que reparos e manutenções dos veículos sejam realizados nas demais horas do turno.

No Brasil, a tendência é adotar grupos de trabalho (guarnições) por veículo de coleta de 3 a 4 trabalhadores, sendo o mais indicado 3 trabalhadores na coleta e 1 motorista.

Para que a coleta seja equilibrada em quantidade de trabalho, cada guarnição deve ser alocada para roteiros que exijam um mesmo esforço físico. Áreas com muito lixo e pequena extensão se equivalem a áreas com pouco lixo e grande extensão, sendo considerado o seguinte conceito físico: *trabalho=força x deslocamento*. É importante considerar as características físicas individuais dos componentes das guarnições, para que se busque um equilíbrio.

As rotinas de coleta devem ser amplamente divulgadas (através de cartazes, folhetos explicativos, chamadas nas rádios locais, etc.) de forma que a população sempre tenha conhecimento, em todos os bairros da cidade, dos dias e horários em que deve disponibilizar os resíduos para a coleta convencional e coleta seletiva.

Veículos para coleta

O veículo para a coleta domiciliar, de acordo com o Manual GIRS, deve:

- ✓ Apresentar uma altura máxima de 1,20 m do solo ao patamar de carregamento do veículo.
- ✓ Impedir que lixo e/ou chorume sejam derramados nas vias públicas.
- ✓ Ter uma taxa de compactação de no mínimo 3:1, sendo que o volume dos resíduos será reduzido a um terço (1/3) após a compactação.
- ✓ Permitir que dois recipientes sejam esvaziados simultaneamente, sem atraso na coleta.
- ✓ Preferencialmente ter o local de carregamento na traseira do veículo.
- ✓ Ter local seguro e adequado para transporte dos trabalhadores.
- ✓ Conseguir descarregar em no máximo 3 minutos, no local de destino.
- ✓ Poder carregar no mínimo 1,5 m³ no vestíbulo (compartimento de carga).

- ✓ Ser manobrável e com tração suficiente para a topografia local.
- ✓ Permitir a descarga (basculamento) de *containers* de vários tipos.
- ✓ Não sobrecarregar o chassi do caminhão, distribuindo os resíduos uniformemente.
- ✓ Ter capacidade suficiente para o menor número de viagens possível.

Para a escolha do tipo de veículo para a coleta é necessário que se analise o custo benefício das opções, através do maior número de características listadas anteriormente e da adequação à realidade do município.

Algumas opções de viaturas são expostas a seguir:

- ✓ Baú ou “Prefeitura”: é um coletor sem compactação, com capacidade de caçamba entre 4 e 12 m³. O chassi pode transportar de 7 a 12 toneladas de peso bruto total (PBT), que é calculado pela soma dos pesos do chassi, da caçamba e da carga. A caçamba é basculada hidraulicamente para vazar a carga de resíduos. Apesar de demandar menor investimento, exige maior esforço dos trabalhadores para que os recipientes sejam erguidos a mais de 2 metros de altura da caçamba.
- ✓ Coletores compactadores: é um modelo de compactador que pode suportar um volume de 6,10, 12, 15 ou 19 m³. O basculamento pode ser por dispositivo hidráulico e ser independente dos *containers* plásticos padronizados, sendo que o chassi pode admitir uma carga de 9, 12, 14, 16 e 23 toneladas. São indicados para a coleta domiciliar e podem transitar por terrenos irregulares.
- ✓ Poliguindastes duplos para caixas estacionárias de 5 m³: possui grande capacidade de transporte, levando duas caixas estacionárias cheias ou, se necessário, várias caixas compactadoras de 10 a 30 m³ de lixo solto.

Roteiros

O planejamento de roteiros deve ser progressivo. A coleta deve ter início na área mais distante do local de disposição e deve ir se aproximando dela ao longo do dia, o que diminui as distâncias percorridas e o tempo dispendido.

Os responsáveis pelos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos devem prever roteiros que propiciem curtos períodos de descanso aos

trabalhadores, considerando pelo menos 10 minutos a cada 150 minutos de trabalho, em locais apropriados para que os servidores possam tomar água, sentar um pouco e fazer uso de sanitários. Mensagens educativas devem ser colocadas nos pontos que servem de apoio à guarnição orientando-a para o uso cuidadoso dos equipamentos disponibilizados para o conforto de cada um e de todos os colaboradores que estão em serviço.

Alguns critérios para a implementação de mensagens educativas são:

- Colocação em locais de fácil visualização.
- Uso de linguagem acessível.
- Uso de ilustrações.

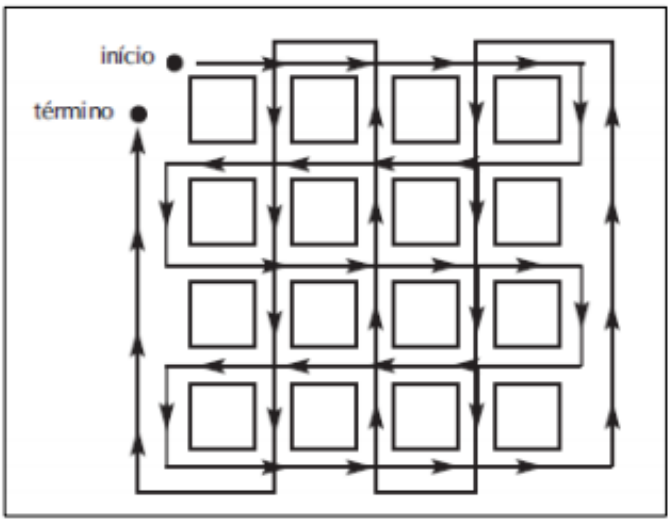
Para dimensionar os roteiros da coleta regular é preciso ter conhecimento das quantidades de resíduos produzidas por tipo de gerador (domicílios, estabelecimentos públicos, pequenos comércios, etc.). A obtenção desses números dá-se pelo levantamento dos geradores em bairros de classe econômica alta, média e baixa.

A partir dos dados de projeção populacional, calcula-se a quantidade média de resíduos gerada por habitante, por dia.

O índice médio de geração *per capita* diária pode variar entre 0,35 kg e 1,00 kg. Se o índice para o município for de 0,80 kg e a população de 20 mil habitantes, a quantidade de lixo a ser recolhida em um dia de coleta será: 20.000 hab. x 0,80 kg/hab./dia = 16.000 kg/dia. Esse dado também deve ser considerado na definição do número de veículos da coleta regular. A determinação pode ser feita juntamente com a caracterização física dos resíduos.

No traçado das rotas dos veículos coletores devem ser evitados trechos em que não haja coleta. A coleta deve ser realizada de cima para baixo em áreas íngremes, economizando energia e esforço dos trabalhadores. É recomendado que sejam testados diferentes roteiros e que os tempos sejam comparados, para buscar maior eficácia na coleta. De forma geral, o traçado do roteiro deve atender a condições como: obedecer ao sentido do tráfego, evitar manobras à esquerda em vias de sentido duplo, evitar passar duas vezes por um mesmo trecho, evitar áreas improdutivas. Um método muito utilizado para definição de itinerários é conhecido como “heurístico”, que inclui as condições de tráfego e de topografia, conforme mostrado no esquema da Figura 22.

Figura 22 - Método heurístico de traçado de itinerários de coleta



Fonte: Manual GIRS, 2001.

3.4.2.4. Transbordo de rejeitos

Por conta da instalação de aterros sanitários em áreas distantes dos centros de coleta, alguns municípios optam pela implantação de estações intermediárias, chamadas de estações de transferência e transbordo. Elas são construídas quando a distância entre o centro de coleta e o aterro (destino final) é maior que 25 km, ou então, em casos de tráfego rodoviário muito intenso, visando otimizar o processo de coleta.

Para implantar uma estação de transferência devem ser identificados, por meio de estudo de viabilidade econômico-ambiental, os benefícios para o setor público de resíduos.

Essas centrais podem ser: com transbordo direto, com armazenamento, com compactação e sem compactação.

3.4.2.5. Pontos de Entrega Voluntária (PEVs)

A fim de inibir a disposição de resíduos em locais impróprios e incentivar a participação da população na coleta seletiva a Prefeitura Municipal pode investir na instalação de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) de resíduos recicláveis.

O PEV é um ponto de entrega voluntária com uma área de transbordo e triagem de pequeno porte, destinada à entrega voluntária de pequenas quantidades de resíduos de construção civil e resíduos volumosos, integrante do sistema público de limpeza urbana e que pode ser implantado nas comunidades distantes da zona urbana.

Duas sugestões do Manual GIRS (IBAM, 2001) para a viabilização da instalação dos pontos são: parcerias com empresas, através de disponibilização publicitária nesses locais, e parcerias com indústrias recicladoras que custeariam toda a implantação dos PEVs.

Os recipientes podem ser plásticos ou metálicos, como latões de 200 litros, ou *containers.* Também podem ser de alvenaria, formando pequenas caixas ou baias, onde os materiais são depositados. Esses recipientes são identificados por cores, seguindo as normas de padronização e devem ser protegidos das chuvas e demais intempéries por uma pequena cobertura.

A Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001, estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Esse padrão é apresentado na Figura 23.

Figura 23 - Código de cores da coleta seletiva

Fonte: IBAM, 2001.

Os PEVs devem ser instalados preferencialmente em lugares protegidos, de fácil acesso e visualização, frequentados por grande número de pessoas, como postos de

gasolina, escolas, hospitais, supermercados, terminais de transporte coletivo, conjuntos habitacionais e outros. Esses locais podem ser aproveitados ou adaptados para abrigar bancos para descanso, armários públicos, bebedouros e outros equipamentos urbanos com a finalidade de dar apoio à guarnição envolvida com a coleta e o transporte de resíduos sólidos. Todas essas funções dadas ao local devem estar devidamente indicadas à guarnição e à população em geral, através de placas, cartazes e painéis explicativos.

Para ajudar a população a depositar corretamente os resíduos nos diferentes *containers*, uma boa opção tem sido a utilização de recipientes construídos com telas metálicas que possibilitam a visualização de seu conteúdo. Dessa forma, inibe-se a disposição inadequada dos resíduos.

3.4.2.6. Área de Transbordo e Triagem de Resíduos

O município deverá definir um local para receber resíduos de construção civil em caráter provisório, ou seja, para ser armazenado antes de ser utilizado de forma definitiva. Esses espaços devem ser instalados observando normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (Resolução CONAMA 307/2002).

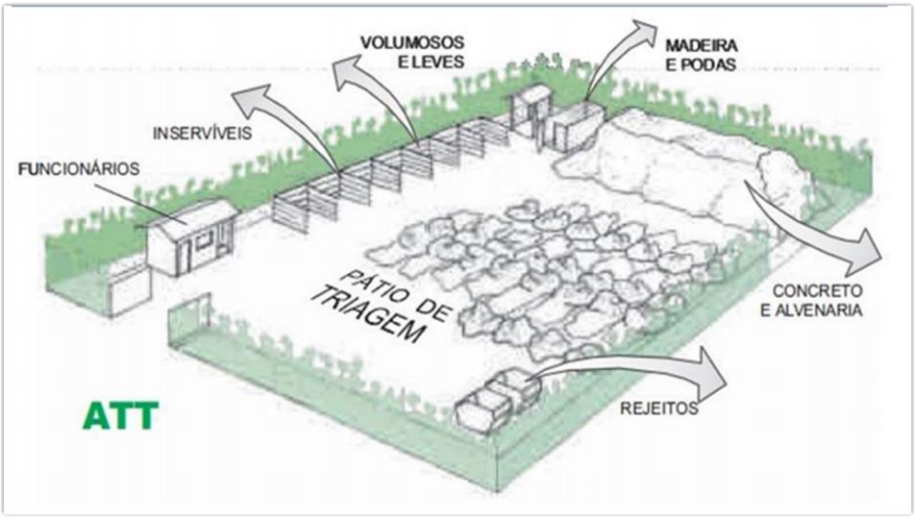
A área deve ser licenciada para transbordo e triagem de pequeno porte, destinados ao recebimento de pequenas quantidades de resíduos volumosos, resíduos da construção civil, podas e ainda materiais recicláveis. Conforme a NBR 15.112/20047, alguns critérios e aspectos técnicos devem ser analisados na implantação dessa atividade, tais como:

- ✓ Isolamento da área através de cercamento do perímetro da área de operação, de maneira a controlar a entrada de pessoas e animais.
- ✓ Identificação visível e descritiva das atividades desenvolvidas.
- ✓ Adoção de dispositivos de proteção contra descargas atmosféricas e de combate a incêndio.
- ✓ Adoção de dispositivos de proteção ambiental como forma de controlar a poeira e ruídos.
- ✓ Adoção de dispositivos de drenagem superficial e revestimento primário do piso.

- ✓ Viabilização de acesso, operação e estocagem, utilizáveis em qualquer condição climática.

A Figura 24 apresenta uma ilustração de como pode ser feita a distribuição das diversas funções dentro da área licenciada.

Figura 24 - Área de Transbordo e Triagem de resíduos sólidos



Fonte: Ministério das Cidades / Ministério do Meio Ambiente, 2008 – “Elementos para a organização da coleta seletiva e projetos de galpões de triagem”.

3.4.2.7. Central de Triagem de Resíduos (CTR)

Para a implantação de uma Central de Triagem de materiais recicláveis, algumas premissas precisam ser consideradas, tais como:

- ✓ Ao menos três tipos de materiais recicláveis devem possuir mercado consumidor.
- ✓ O serviço de coleta deve ser razoavelmente eficaz e regular.
- ✓ Existência de área disponível que abrigue a instalação industrial, a área de compostagem, o aterro para rejeitos e emergências com o lixo bruto, cuja localização seja próxima aos centros consumidores e tenha fácil acesso.
- ✓ Escolher local tal que o composto orgânico possa ser absorvido por um mercado consumidor que esteja a, no máximo, 200 km (Cartilha de Limpeza Urbana do IBAM, s.d.).
- ✓ Definir a fonte dos recursos financeiros, se públicos ou privados.

Os seguintes procedimentos devem ser adotados:

- ✓ Efetuar análise quantitativa e qualitativa dos resíduos recolhidos.
- ✓ Efetuar análise de mercado para venda dos produtos recuperados e do composto orgânico.
- ✓ Efetuar identificação de catadores.
- ✓ Escolher tecnologia mais adequada. Quanto maior a mecanização e automatização, maiores os investimentos necessários. No Brasil, é indicada a separação manual sempre que possível, a fim de gerar empregos.
- ✓ Analisar os custos de instalação e operação e o investimento necessário.
- ✓ Decidir sobre a viabilidade econômica, a partir de: análise da produção estimada e dos preços dos produtos; dos custos com mão de obra, energia, combustível, transporte, equipamentos, manutenção; redução dos custos com transporte de lixo bruto e com a operação de aterros, que receberão menos resíduos.
- ✓ Capacitar funcionários para implantação, operação e manutenção da usina.

De modo geral, os materiais recuperados são: papel e papelão; plástico duro (PVC, polietileno de alta densidade, PET); plástico filme (polietileno de baixa densidade); garrafas inteiras; vidro claro e misto, metal ferroso (latas, chaparia, etc.); metal não ferroso (alumínio, cobre, chumbo, antimônio, etc.); composto orgânico.

3.4.2.8. Aterro sanitário

De acordo com o Manual GIRS, um aterro sanitário deve conter:

- ✓ Unidades operacionais.
- ✓ Células para resíduos domiciliares.
- ✓ Células para resíduos de serviço de saúde, caso seja necessário.
- ✓ Impermeabilização de fundo.
- ✓ Impermeabilização superior (opcional).
- ✓ Sistema de coleta e tratamento de chorume.
- ✓ Sistema de coleta e queima de biogás (pode também ser beneficiado).
- ✓ Sistema para drenagem e afastamento de águas pluviais.

- ✓ Sistemas de monitoramento ambiental, geotécnico e topográfico.
- ✓ Local para estocagem de materiais.
- ✓ Unidades de apoio.
- ✓ Cerca e barreira vegetal.
- ✓ Vias de acesso e para serviços internos.
- ✓ Sistema de controle dos resíduos.
- ✓ Balança para os veículos.
- ✓ Prédio administrativo.
- ✓ Guarita para fiscalização de entrada.
- ✓ Oficina e borracharia.

3.4.2.9. Acondicionamento e destinação de Resíduos de Serviços de Saúde

Os resíduos gerados por hospitais e outras unidades de saúde públicas, de acordo com o Guia PNRS, demandam condições especiais. Apresentam-se como ideais os seguintes procedimentos:

- ✓ Acondicionar o lixo no momento de sua geração, em recipiente metálico ou de plástico rígido, padronizado, guarnecido por saco plástico de cor branca leitosa e que atenda às demais especificações da NBR- 9191 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.
- ✓ Transportar os resíduos acondicionados por meios manuais ou mecânicos, obedecidos os requisitos de segurança de forma a não proporcionar o rompimento do acondicionamento e evitando-se o trânsito por locais de maior potencial de risco.
- ✓ Providenciar nos tambores a inscrição “LIXO HOSPITALAR”, para que não sejam utilizados para outros fins.
- ✓ Fornecer luvas ao pessoal da coleta.
- ✓ Transferir os sacos plásticos com lixo para tambores de 200 litros (por exemplo), providos de tampa fixa por presilhas e alças, a serem colocados na área externa para a coleta.
- ✓ Transportar e remover e o lixo acondicionado nos sacos plásticos em veículo coletor específico, fechado e sem compactação, até o local de tratamento ou disposição final.

- ✓ Dispor de recipientes de reserva, para troca pelo recipiente cheio por ocasião da coleta, procedimento similar ao adotado na comercialização de gás de botijões.

É importante ressaltar que para o manuseio dos resíduos infectantes é obrigatório o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI): avental e luvas plásticas, botas de PVC ou sapatos fechados, óculos e máscara. Os locais para transbordo desses resíduos devem possuir cantos arredondados para possibilitar uma lavagem mais eficiente do piso e das paredes.

3.4.2.10. Controle de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRSs)

Além do controle dos resíduos mencionados, a Prefeitura Municipal deverá manter controle do manejo efetuado por outros geradores dos resíduos sólidos. Esse controle deverá ser efetuado através dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) a serem elaborados pelos próprios geradores. Segundo a Lei nº 12.305/10, estão sujeitos à elaboração de PGRS os responsáveis pela geração dos seguintes tipos de resíduos:

- ✓ Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico;
- ✓ Resíduos industriais;
- ✓ Resíduos de serviços de saúde;
- ✓ Resíduos de mineração;
- ✓ Resíduos perigosos;
- ✓ Resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo Poder Público Municipal;
- ✓ Resíduos da construção civil;
- ✓ Resíduos de serviços de transportes;
- ✓ Resíduos agropastoris, se exigido pelo órgão competente do Sisnama, do SNVS ou do Suasa.

Para esses casos, cabe ao Poder Público:

- ❖ Providenciar, no âmbito municipal, um instrumento legal que exija a entrega anual, à Prefeitura Municipal, do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

(PGRS) em conformidade com o art. 21 da Lei Federal nº 12.305/10, que deve ser elaborado pelos geradores dos resíduos acima mencionados.

- ❖ Controlar as entregas de PGRS referentes às Unidades de Saúde existentes no Município, obedecendo a critérios técnicos, legislação ambiental e outras orientações regulamentares.
- ❖ Providenciar fiscalização periódica nos estabelecimentos sujeitos ao PGRS buscando evidências de comprovação dos procedimentos declarados no PGRS.
- ❖ Exigir dos detentores de registro de produto que gerem resíduos classificados como Classe I – Perigosos, o fornecimento de informações documentadas referentes aos riscos de disposição final do resíduo.

3.4.3. Responsabilidades quanto à implementação e operacionalização do PMGIRS

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS (Lei nº 12.305 de 2010) estabelece que "o poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da PNRS e de suas diretrizes e demais determinações".

A Política institui, ainda, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, "abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos".

A seguir, no Quadro 93, indica-se as responsabilidades pela gestão dos diversos tipos de resíduos gerados no município.

Quadro 93 - Resumo das responsabilidades na gestão dos resíduos sólidos

PROCEDIMENTOS (para implantação e/ou operacionalização)	DETENTORES DA RESPONSABILIDADE
Gestão integrada de resíduos sólidos gerados no território municipal.	O Poder Público Municipal é o Titular dos serviços de gestão integrada de resíduos sólidos gerados no território municipal (podendo outorgar parcial ou integralmente a prestação de serviços através de diversas formas previstas por lei). Os prestadores passam a compartilhar com o Titular a responsabilidade pelas implicações sociais e ambientais dos serviços que prestam (art. 10 da Lei nº 11.305/10).

PROCEDIMENTOS (para implantação e/ou operacionalização)	DETENTORES DA RESPONSABILIDADE
Ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos (incluindo ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos).	Poder Público / setor empresarial / coletividade (art. 25 da Lei nº 11.305/10).
Gerenciamento dos resíduos: Resíduos sólidos domésticos, comerciais e institucionais (RSUs). Resíduos de Serviços de Saúde (RSSs) gerados em estabelecimentos públicos. Resíduos da Construção Civil (RCCs) gerados em obras públicas. Resíduos dos serviços públicos de Saneamento Básico.	Para RSU: Administração Municipal através de suas secretarias/prestadores de serviços/cooperativas. Para RSS: estabelecimentos públicos de saúde devem elaborar PGRS e submetê-lo à Prefeitura Municipal anualmente / Prefeitura encarrega-se de exigir os PGRS. Para RCC: os geradores, mesmo que públicos, devem atender aos dispositivos da Resolução CONAMA 307/02. O Poder Público Municipal deve fazer o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento de RCCs. Para resíduos de ETA e ETE: o Poder Público deve encaminhar os resíduos para aterros sanitários licenciados ou outra destinação em conformidade com a legislação ambiental.
Gerenciamento de resíduos particulares: - Resíduos industriais. - Resíduos de serviços de saúde. - Resíduos de mineração. - Resíduos perigosos. - Resíduos que não sejam compatíveis com as coletas sob responsabilidade do Poder Público Municipal (por seu volume, natureza ou composição). - Resíduos de construção civil. - Resíduos de serviços de transporte.	O gerador privado deve: Responsabilizar-se pela gestão de seus resíduos (acondicionamento, transporte, processamento ou tratamento e disposição final). Elaborar o PGRS (com designação de um responsável técnico devidamente habilitado) e submeter à Prefeitura Municipal anualmente. Apresentar aos órgãos licenciadores do SISNAMA o seu PGRS a cada oportunidade de renovação das licenças ambientais e à Prefeitura em conformidade com a legislação municipal.
Controlar o recebimento dos PGRSs dos geradores e fiscalizar os procedimentos nos respectivos estabelecimentos.	Poder Público Municipal.
Gestão de resíduos definidos como de logística reversa por meio de acordos setoriais e termos de compromisso para atribuição de responsabilidades.	Fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes. Poder Público, caso acordado.

PROCEDIMENTOS (para implantação e/ou operacionalização)	DETENTORES DA RESPONSABILIDADE
Regulamentação de procedimentos através da sanção de leis municipais.	Poder Público Municipal (Executivo e Legislativo).
Acondicionamento adequado e diferenciado para resíduos recicláveis e rejeitos e disponibilização adequada para coleta ou devolução.	Cidadão / gerador domiciliar.

Fonte: SHS, 2017.

3.4.4. Formas e limites da participação do Poder Público local na coleta seletiva e na logística reversa

A coleta seletiva e a logística reversa são instrumentos da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) que têm como objetivo aperfeiçoar o sistema de manejo de resíduos visando à prevenção de impactos ambientais, basicamente aqueles causados pela destinação de resíduos impróprios para o aterramento sanitário, e recuperar o valor agregado dos resíduos. Os procedimentos inseridos nos processos de logística reversa e coleta seletiva, além de estabelecerem a possibilidade de reduzir e reciclar resíduos, possuem um caráter de educação ambiental contínuo, uma vez que a responsabilidade de manejo desses resíduos é compartilhada entre diversos atores do cenário local/regional.

3.4.4.1. Coleta seletiva

Coleta seletiva é um processo definido pela Lei nº 12.305/07 como “a coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição”.

O Programa Cidades Sustentáveis (2013) destaca a importância da participação do Poder Público no contexto da coleta seletiva do município, por meio dos gestores municipais, pela instituição de programas e ações de capacitação técnica e de educação ambiental. Aponta, também, que esse processo deve garantir 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.

Assim como na logística reversa, as ações do Poder Público na gestão da coleta seletiva não bastam, por si só, para que sejam bem-sucedidas na limpeza do espaço público e no correto encaminhamento dos resíduos gerados no município, razão pela

qual há que se indicar o papel dos demais atores envolvidos no processo, entre os quais se destacam: as cooperativas ou associações de catadores, as empresas privadas (estabelecimentos comerciais, distribuidores e fabricantes) e a sociedade civil.

É importante salientar que, segundo a legislação aplicável, as cooperativas e associações devem:

- Estar formal e exclusivamente constituída por catadores de materiais recicláveis que tenham a catação como forma única de renda.
- Não possuir fins lucrativos.
- Possuir infraestrutura para realizar a triagem e a classificação dos resíduos recicláveis descartados.
- Possuir sistema de rateio entre os associados e cooperados.

Caso não haja associação ou cooperativa de catadores que preencham essas condições, recomenda-se que o Poder Público incentive a criação dessa entidade através do cadastramento de catadores autônomos pelo CRAS e do fornecimento de recursos técnicos, patrimoniais e/ou financeiros para um grupamento cadastrado de catadores autônomos que se apresente capaz de recolher os resíduos gerados nos domicílios urbanos e estabelecimentos comerciais do município. Esse grupamento, caso preencha os requisitos mencionados, pode vir a ser uma cooperativa.

Cabe ao Poder Público, em conjunto com a cooperativa, fazer o planejamento e a implementação de um processo de coleta seletiva que seja compatível com a realidade municipal, sem deixar de incluir os seguintes procedimentos:

- ❖ Estabelecer a forma de pagamento da taxa de resíduos, considerando a necessária sustentabilidade financeira do setor, indicada na Lei nº 12.305/07.
- ❖ Estabelecer um fluxo de processos a ser seguido pelos resíduos. Um exemplo bastante comum desse fluxo é dado pela sequência a seguir:

  1º) segregação na origem ou separação em casa;

  2º) acondicionamento em *containers* adequados para coleta na rua;

  3º) coleta e transporte para o local de triagem e processamento (prensagem, enfardamento, etc.) dos resíduos;

  4º) envio ou entrega dos resíduos para as empresas recicladoras; e

  5º) envio de rejeitos para disposição final.

- Estabelecer as atribuições de cada parte atuante no processo, considerando, num primeiro momento, o Poder Público, a cooperativa ou associação de catadores, a população e as empresas recicladoras convidadas a participar.
- Estabelecer a periodicidade das coletas, por região do município.
- Criar campanha de sensibilização e conscientização da população para assumir seu papel na nova política de resíduos do município, a começar com orientações para sua participação no programa de coleta seletiva.

Feitos os planejamentos, deve-se partir para a fase de operacionalização:

- Iniciar a coleta em um bairro-piloto, utilizando-se: de veículo apropriado (caminhão não compactador dotado de sinal sonoro para alertar sua aproximação); e de pelo menos dois catadores, por caminhão, devidamente protegidos com EPIs.
- Encaminhar diariamente toda a carga coletada a um Centro de Triagem de Resíduos (CTR).
- Subsidiar a cooperativa com recursos necessários, sempre mediante termos de compromisso negociados entre as partes, levando-se em consideração dois aspectos fundamentais:
  - ✓ Os subsídios públicos serão disponibilizados por períodos previamente determinados através de acordos oficiais.
  - ✓ As cooperativas deverão evoluir para serem entidades autônomas.
- Fazer plano de ação para ampliação dos serviços até alcançar todos os bairros da cidade.
- Definir locais estratégicos na área rural do município para o estabelecimento de PEVs (Pontos de Entrega Voluntária) de resíduos sólidos recicláveis, de forma que os moradores possam descartar seus resíduos pelo menos duas vezes por semana.
- Estabelecer rotinas necessárias e tarefas específicas para serem implementadas em diversas etapas da operacionalização visando documentar os processos como, por exemplo, manter registros de: quantidade de resíduos recebidos no CTR; número de fardos por tipo de resíduo, empresas recicladoras que sejam potenciais clientes da CTR/Cooperativa/Associação;

vendas efetuadas; doações efetuadas; quantidade de rejeitos enviados à disposição final (nesse documento, identificar o local de disposição final em todos os despachos); entre outros controles.

- Os procedimentos inseridos na implementação e operacionalização dos serviços de manejo de resíduos sólidos, assim como de outros serviços inseridos na gestão municipal de saneamento, podem se valer dos seguintes meios de controle:
  - ✓ Contratos de serviços, quando o serviço é delegado pelo Titular (Executivo Municipal) a terceiros.
  - ✓ Supervisão de um Conselho Municipal de Saneamento Básico ou outro conselho já existente que assuma atribuições na área do saneamento.
  - ✓ Atribuição de aferição e acompanhamento pelo órgão regulador.
  - ✓ Responsabilização dos prestadores de serviços pela entrega de relatórios anuais, demonstrando a eficácia e eficiência dos serviços ao setor de supervisão geral e à população, por meio da veiculação via internet e da divulgação em eventos oficiais e audiências públicas.
  - ✓ Aplicação de sansões legais quando o procedimento for regulamentado por lei municipal, entre outros.

3.4.4.2. Logística reversa

Segundo a PNRS, a logística reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou para destinação final ambientalmente adequada.

O conceito de responsabilidade compartilhada pelo ciclo da vida dos produtos, intrínseco no fundamento da logística reversa, abre a perspectiva ampla da gestão dos impactos pós-consumo dos produtos e suas embalagens, incluindo não apenas o reúso e a reciclagem dos materiais, mas também ações preventivas na etapa da geração dos produtos, considerando prioritariamente, o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados.

Para a operacionalização da logística reversa, a PNRS criou dois instrumentos: os Acordos Setoriais e os Termos de Compromisso, sendo que os primeiros são “atos de natureza contratual, firmados entre o Poder Público e os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, visando à implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto” (art. 19, Decreto Federal n° 7.404/2010), sobre os quais são necessárias consultas públicas, estudos de viabilidade, entre outras providências.

Já o Termo de Compromisso não é definido em norma, porém é uma possibilidade de atuação, na inexistência de Acordo Setorial, para o estabelecimento de compromissos, devendo ser homologado pelo órgão ambiental competente.

Esses instrumentos definirão os responsáveis pelas ações (implementação de infraestruturas ou de procedimentos) tidas como necessárias ao bom termo do processo.

Segundo o artigo 33 da Lei Federal nº 12.305/10, são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, **de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos** (grifo nosso), os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

1. Agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, segundo a legislação vigente.
2. Pilhas e baterias.
3. Pneus.
4. Óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens.
5. Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista.
6. Produtos eletroeletrônicos e seus componentes.
7. Produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro.

A PNRS também dispõe que cabe aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes desses produtos, “tomar todas as medidas necessárias para assegurar a

implementação e operacionalização do sistema de logística reversa sob seu encargo, podendo, entre outras providências:

I - implantar procedimentos de compra de produtos ou embalagens usados;

II - disponibilizar postos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis;

III - atuar em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis".

A PNRS também determina que "se o titular do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos (Administração Pública), por acordo setorial ou termo de compromisso firmado com o setor empresarial, encarregar-se de atividades de responsabilidade dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes nos sistemas de logística reversa desses resíduos, **as ações do Poder Público serão devidamente remuneradas, na forma previamente acordada entre as partes"** (grifo nosso).

Assim, vê-se que o processo de logística reversa é estabelecido em função do tipo de resíduo gerado e de seu ciclo de vida ao longo da cadeia produtiva.

Apesar de ser importante a parcela de responsabilidade das empresas privadas na gestão dos resíduos sujeitos à logística reversa, o Poder Público também precisa comprometer-se com atividades de suma importância, uma vez que cabe a ele:

a) Cadastrar os produtos passíveis de logística reversa gerados no município (usar como referência os resíduos indicados na Lei nº 12.305/07).

b) Para os resíduos passíveis de logística reversa, planejar o caminhamento invertido na cadeia produtiva, buscando seu reaproveitamento ou uma forma de disposição final ambientalmente adequada. Uma vez firmados os acordos ou termos de compromisso, passar para a implementação de ações, buscando o cumprimento das metas conforme planejadas.

c) Quanto aos resíduos sólidos oriundos dos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos que sejam passíveis de logística reversa, articular, com os agentes econômicos e sociais presentes no Município, medidas para viabilizar seu retorno ao ciclo produtivo ou sua disposição final ambientalmente adequada.

d) Adotar os seguintes meios de controle:

- ✓ Regulamentação de todos os procedimentos acordados no âmbito da logística reversa e fiscalização do cumprimento dos procedimentos e das ações acordadas em Termos de Compromisso ou Acordos Setoriais, por meio dos serviços de fiscais municipais devidamente treinados para esse fim.
- ✓ Inclusão entre as atribuições do Conselho Municipal de Saneamento Básico, ou outro que assuma a tarefa, o acompanhamento do cumprimento das ações acordadas.
- ✓ Disponibilização à população de relatórios anuais mostrando o desempenho da devolução de cada tipo de resíduos à cadeia produtiva, discriminando o papel de cada participante nos programas acordados no âmbito da logística reversa.
- ✓ Fiscalização, de modo particular, quanto aos procedimentos adotados pelos comerciantes e distribuidores, sobre a devolução aos fabricantes ou aos importadores, o encaminhamento a uma destinação final ambientalmente adequada, os referidos materiais descartados e os rejeitos provenientes desses materiais.
- ✓ Exigência de que todos os participantes dos sistemas de logística reversa disponibilizem ao órgão municipal informações completas e periódicas sobre a realização de suas ações relacionadas a essa prática.

e) Incentivar o setor empresarial a contemplar os agentes ambientais (catadores de materiais recicláveis) na articulação da logística reversa.

f) Instituir legislação municipal regulando cada um dos acordos setoriais, especificando os compromissos em termos de atribuições, fiscalização e prazos para cumprimento.

O Quadro 94 ilustra as etapas do gerenciamento de resíduos sujeitos à logística reversa, indica que os instrumentos de gestão do processo são os acordos setoriais e/ou os termos de compromisso e dá alguns exemplos de cuidados a serem tomados em cada etapa, além de atribuir as responsabilidades pela tomada das ações.

Quadro 94 - Resumo geral das etapas da logística reversa e responsabilidades

Etapa	Formas legais para viabilizar a gestão do resíduo	Ação	Responsabilidade
Coleta / Entrega	Acordo Setorial ou Termo de Compromisso, firmados entre o Poder Público e o setor privado.	Coletar os resíduos nos locais de origem, separada ou conjuntamente com a coleta seletiva, ou viabilizar pontos de devolução em estabelecimentos definidos e amplamente divulgados.	Fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes. Caso seja acordado, Prefeitura Municipal.
Armazenamento	Acordo Setorial ou Termo de Compromisso, firmados entre o Poder Público e o setor privado.	Armazenar os resíduos em locais compatíveis com o volume dos resíduos, com periodicidades programadas para coleta até que estes sejam reintroduzidos na cadeia produtiva ou descartados de forma ambientalmente adequada (para eletroeletrônicos um programa de coleta pode ser viabilizado através de redes autorizadas de assistência técnica).	Fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes. Caso seja acordado, Prefeitura Municipal.
Transporte	Acordo Setorial ou Termo de Compromisso, firmados entre o Poder Público e o setor privado.	Transportar os resíduos através de veículos compatíveis com a natureza do resíduo, de forma a garantir a segurança das pessoas, a preservação ambiental e, na medida do possível, a integridade do resíduo.	Fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes. Caso seja acordado, Prefeitura Municipal.
Disposição final	Acordo Setorial ou Termo de Compromisso, firmados entre o Poder Público e o setor privado.	Empreender a disposição final através de tecnologias ambientalmente adequadas (aterro sanitário com licenças ambientais válidas).	Fabricante do produto.

Fonte: SHS, 2017.

4. PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS EM SANEAMENTO BÁSICO

A construção de cenários para o planejamento estratégico da política de saneamento básico dos municípios é realizada com um intuito principal: o de se obter uma ferramenta eficiente para que os processos de tomada de decisão considerem condições realísticas em relação aos ambientes institucional, gerencial, operacional econômico e dos serviços prestados que permeiam o município no momento atual e que poderiam influenciá-lo no futuro.

A formulação dos cenários possibilita, ainda, a integração das ações de diferentes agentes e instituições envolvidas no processo, o que facilitará o atendimento de demandas financeiras, ambientais, sociais e tecnológicas.

A adoção de cenários serve também ao delineamento de percepções sobre como poderia se dar a evolução de uma situação presente até uma situação futura, o que permite levantar a possibilidade de crises assim como apontar as principais oportunidades a um desenvolvimento mais consensual dos fatores avaliados. Os cenários subsidiarão assim, a configuração de um planejamento mais realista para a constituição de um sistema de saneamento básico que caminhe em direção à sustentabilidade em suas diferentes esferas – social, ambiental e econômica.

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

Essa ferramenta composta por elementos que, combinados, propiciam uma base teórica capaz de configurar cenários futuros temáticos, foi concebida para subsidiar o planejamento estratégico de corporações ou empresas, mas, devido à sua simplicidade, passou a ser utilizada também para a configuração de cenários relacionados a instituições públicas.

Trata-se de um sistema que busca posicionar estrategicamente um setor (nesse caso, setor de saneamento básico) num ambiente social, institucional, administrativo e operacional (nesse caso, o município).

O método SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats) ou Análise FFOA (Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças) apresenta as seguintes definições:

- Forças: são as variáveis internas e controláveis que propiciam condições favoráveis aos setores de saneamento em relação ao seu ambiente. São características ou qualidades que podem colaborar positivamente no desempenho do setor.
- Fraquezas: são consideradas deficiências internas aos setores de saneamento que inibem a capacidade de desempenho dos mesmos. As fraquezas devem ser superadas para evitar a ineficiência do sistema.
- Oportunidades: são variáveis contextuais ou circunstâncias e características do ambiente externo que possam ter impacto sobre os

setores de saneamento de forma que proporcionem certa facilitação para a concretização dos objetivos estratégicos estabelecidos.

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

As constatações efetuadas a partir da Análise SWOT possibilitam a elaboração de cenários alternativos, sugeridos pelo “Guia para Elaboração de Planos Municipais de Saneamento” do Governo Federal (Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA/Ministério das Cidades, Fundação Nacional de Saúde – FUNASA/Ministério da Saúde, 2006). O guia sugere, de uma maneira resumida, a adoção de dois cenários alternativos:

i. Um cenário a partir das tendências de desenvolvimento do passado recente, considerando para o futuro uma moderada influência dos vetores estratégicos, associados a algumas capacidades de modernização; e

ii. Um cenário a partir das tendências de desenvolvimento do passado recente, considerando para o futuro os principais vetores estratégicos, associados a uma mobilização ampla da capacidade de modernização.

Buarque (2003) interpreta os cenários alternativos propostos no “Guia para Elaboração de Planos Municipais de Saneamento” da seguinte forma:

- ✓ Um **cenário previsível** constituído a partir de diversos atores setoriais agindo isoladamente, sem considerar a implantação do Plano Municipal de Saneamento Básico. Ainda assim, esse cenário apresenta avanços ao longo do tempo.
- ✓ Um **cenário normativo**, também constituído a partir de diversos atores setoriais, agindo, porém, de forma mais articulada devido ao embasamento dos setores ou eixos nas disposições do PMSB, que funciona como instrumento indutor de ações planejadas e integradas.

Essa interpretação proposta por Buarque (2003) foi adotada no desenvolvimento dos cenários alternativos do PMSB de Itaverava. Neste sentido, a análise SWOT permitiu a avaliação das forças e fraquezas, oportunidades e ameaças atuantes sobre o sistema de saneamento básico do município e, por consequência, a proposição dos

cenários previsível e normativo, considerando um horizonte de planejamento de vinte anos.

A seguir são apresentadas as Matrizes SWOT para o sistema de saneamento básico como um todo e para cada um dos sistemas em particular. Na sequência, foram configurados os respectivos cenários e, a partir deles, os objetivos e metas estabelecidos para o município.

4.1. Sistema Geral do Saneamento Básico Municipal

4.1.1. Proposição de cenários

O Quadro 95 representa a matriz SWOT configurada para o sistema municipal de saneamento básico de Itaverava, levando-se em conta seus quatro eixos: sistema de abastecimento de água, sistema de esgotamento sanitário, sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais e sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Quadro 95 - Matriz SWOT do Sistema de Saneamento Básico Municipal de Itaverava

	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente Interno	**FORÇAS** **1. Perfil institucional** - O município possui uma organização institucional que conta com secretarias, departamentos e outros órgãos que se responsabilizam por alguns processos do saneamento básico. - O município é integrante da AMALPA – Associação de Municípios do Alto Paraopeba. **2. Atendimento da demanda** - Há esforços contínuos para fornecer os serviços de saneamento para as áreas urbanizadas do município. **3. Sustentabilidade econômica** - Há entendimento da gestão local quanto à necessidade de se introduzir a tarifação dos serviços. **4. Regulação do setor** - O município conta com Conselhos que têm potencial para servir de entidade reguladora dos serviços de saneamento. **5. Regularização ambiental do setor** - As captações de água para abastecimento público possuem outorga do órgão competente.	**1. Perfil institucional** **2. Atendimento da demanda** **3. Sustentabilidade econômica** **4. Regulação do setor** **5. Regularização ambiental do setor** **6. Controle social** **7. Situação do setor na educação pública local**	**FRAQUEZAS** **1. Perfil institucional** - Não há um órgão na administração municipal que integre institucionalmente os quatro setores do saneamento básico. - Falta planejamento no setor de saneamento, incluindo definição de atribuições, responsabilidades e competências. - Falta definição de ações de contingência. - Faltam documentação e gestão do conhecimento. - Falta monitoramento dos processos internos de cada sistema. **2. Atendimento da demanda** - As comunidades rurais são desassistidas pelo Poder Público no setor do saneamento básico. **3. Sustentabilidade econômica** - A prestação dos serviços de saneamento básico no município está financeiramente deficitária, não apresentando sustentabilidade econômica. **4. Regulação do setor** - Os serviços de saneamento básico não são submetidos a nenhum órgão regulador. **5. Regularização ambiental do setor** - Nem todos os processos passíveis de causar impacto ambiental realizados no setor do saneamento possuem licença ambiental. **6. Controle social** - Atualmente não há mecanismos implantados que garantam o acesso a informações e a participação da sociedade no planejamento ou na implementação de ações relacionadas à prestação de serviços de saneamento básico.

	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
	6. Controle social - O município conta com diversas associações que podem atuar aumentando a articulação das comunidades para fins de participação na política do saneamento básico. **7. Situação do setor na educação pública local** - Existem iniciativas de conscientização ambiental em escolas públicas do município.		**7. Situação do setor na educação pública local** - O sistema educacional local não possui disciplinas na grade oficial que tratem, com critérios pedagógicos, dos temas relacionados ao saneamento básico.
Ambiente Externo	**OPORTUNIDADES** **1. Perfil institucional** - Legislação federal dispõe sobre necessidade de adequação do perfil institucional da gestão dos serviços de saneamento básico.		**AMEAÇAS** **1.Perfil institucional** - Falta de articulação entre as políticas setoriais do município. **3. Sustentabilidade econômica** - Forte dependência do município dos subsídios do Estado e da União para desempenhar seu papel administrativo. - Resistência da população em relação à introdução de cobranças sobre a prestação dos serviços de saneamento.

Fonte: adaptado por SHS, 2017.

A partir da avaliação dos aspectos apresentados na Matriz SWOT, pode-se traçar imagens alternativas do futuro, considerando o horizonte de planejamento de vinte anos. Desta forma, foram construídos cenários para o sistema de saneamento básico de Itaverava, a saber, um cenário previsível e um cenário normativo. Entende-se por cenário previsível aquele que mostra uma evolução pouco expressiva das adequações do setor, conforme tem ocorrido historicamente. O cenário normativo, por sua vez, descreve uma organização setorial mais adequada às normas vigentes, de acordo com as propostas do PMSB. Os cenários assim configurados estão apresentados no Quadro 96.

Quadro 96 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o Sistema de Saneamento Básico Municipal de Itaverava

Cenário Previsível	Cenário Normativo
Perfil institucional Os serviços de saneamento básico são prestados por Secretarias Municipais diferentes, estando bem organizados em termos de definição de atribuições, competências e responsabilidades de caráter operacional dentro de cada uma delas, não apresentando, porém, atribuições claras em termos gerenciais e nem canais de articulação entre si.	**Perfil institucional** O município possui um órgão capaz de monitorar o desenvolvimento dos quatro eixos do saneamento básico, mesmo que os serviços sejam prestados por Secretarias ou departamentos diversos na Prefeitura, por autarquias ou concessionárias.
Atendimento da demanda Os serviços de saneamento básico ainda não conseguem atender plenamente à demanda municipal e continuam priorizando o atendimento das áreas urbanizadas em detrimento das áreas rurais do município.	**Atendimento da demanda** Os serviços de saneamento básico acompanham a demanda urbana da sede e do distrito por serviços de saneamento e realiza o monitoramento da qualidade da água, dos lançamentos de esgotos, das áreas sujeitas a inundações e deslizamentos e do manejo de resíduos sólidos na área rural, deslocando equipes para ações corretivas quando necessário.
Gestão integrada Os serviços dos quatro setores estão sendo bem administrados em termos de rotinas operacionais. Não há procedimentos sistematizados para o registro de dados visando manter históricos das operações realizadas. As instalações recebem ações de manutenção corretiva, porém não são submetidas a rotinas de manutenção preventiva. Os setores dos quatro eixos monitoram alguns processos devido a exigências legais, além de manterem registros apenas de situações de emergência e contingência. Os planejamentos do setor são feitos para prazos curtos, visando, em geral, à duração de uma gestão administrativa.	**Gestão integrada** Os serviços dos quatro setores estão sendo bem administrados em termos de rotinas operacionais, incluindo ações de manutenção corretiva e preventiva. Há procedimentos sistematizados para o registro de dados visando manter histórico das operações realizadas, cujo objetivo é otimizar o planejamento e informar a população. Os principais processos inseridos nos quatro sistemas são monitorados através do acompanhamento de indicadores utilizados pelo SNIS e outros propostos pelos próprios gestores. Os quatro setores funcionam com planejamentos que, geralmente, adotam parâmetros de longo prazo para obras, e consideram prazos curtos e médios para outros procedimentos.

Cenário Previsível	Cenário Normativo
Sustentabilidade econômica A prestação dos serviços de saneamento básico não apresenta equilíbrio econômico-financeiro, sendo que: a) Nem todos os setores do saneamento básico prestam serviços remunerados através de taxas ou tarifas. b) Há uma sistemática de reajustes de taxas e tarifas. **c)** Ocorrem subsídios, porém esses não estão atrelados a uma política devidamente implementada.	**Sustentabilidade econômica** A prestação dos serviços de saneamento básico apresenta equilíbrio econômico-financeiro e inclui: a) Um sistema de cobrança composto por taxas e tarifas. b) Uma sistemática de reajustes e de revisões de taxas e tarifas. c) Uma política de subsídios.
Regulação do setor Os setores de água e esgoto são remunerados através do pagamento de tarifas pelos usuários e obedecem a normas ditadas por uma Entidade Reguladora. Nenhum outro procedimento é regulado ou fiscalizado por essa entidade.	**Regulação do setor** Os serviços de saneamento básico são submetidos a uma Entidade Reguladora, que é encarregada de: - Definir as normas relativas às tarifas e aos subsídios. - Definir os mecanismos de pagamento relativos à inadimplência dos usuários, perdas comerciais e físicas, entre outros casos determinados pelo regulador. - Fiscalizar a qualidade, quantidade e regularidade da prestação dos serviços.
Regularização ambiental Os processos inseridos na prestação de serviços do saneamento básico que são potencialmente causadores de impactos ambientais nem sempre são submetidos ao licenciamento ambiental exigido pelos órgãos estaduais competentes.	**Regularização ambiental** - Os processos inseridos na prestação de serviços do saneamento básico que são potencialmente causadores de impactos ambientais são submetidos ao licenciamento ambiental exigido pelos órgãos estaduais competentes.
Controle social A gestão municipal prevê mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade o acesso a informações e a participação nos processos de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico.	**Controle social** A gestão municipal prevê mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade o acesso a informações e a participação nos processos de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico.
Situação do setor na educação pública local As escolas públicas municipais não têm, incluídas em suas disciplinas, questões relacionadas aos sistemas de saneamento básico. Ocorrem apenas iniciativas isoladas de algumas escolas buscando a conscientização dos alunos sobre o tema.	**Situação do setor na educação pública local** Questões relacionadas aos quatro sistemas do saneamento básico são tratadas nas disciplinas das escolas públicas do município, incluindo iniciativas para promover a economia de água pelos usuários.

A construção dos cenários futuros para o setor de Saneamento Básico possibilitou à equipe conhecer, com certo nível de abstração, possíveis situações a serem vivenciadas pelo município, sendo que o cenário normativo, por ser o mais eficiente para conduzir os atores da política de saneamento ao sistema desejado, foi

utilizado como referência para o estabelecimento dos objetivos e metas que, por sua vez, embasarão a proposição de programas e ações neste Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB).

Ressalta-se que, além do cenário de referência, os objetivos e metas apresentados neste PMSB também foram propostos com base no diagnóstico técnico-participativo elaborado pela equipe técnica e gestores municipais.

4.1.2. Objetivos e metas

À semelhança de outras políticas públicas, o presente PMSB não é estático, devendo, sempre que necessário, sofrer alterações e adaptações, o que o torna um instrumento forte, norteador, porém flexível, capaz de acompanhar as reais demandas municipais para o fornecimento democrático dos serviços de saneamento.

São premissas básicas assumidas por este Plano, dentro do horizonte de planejamento predeterminado: os objetivos da 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; a promoção da saúde e o bem-estar da população. Além disso, também é objetivo do PMSB assegurar uma gestão racional da demanda por saneamento básico no município como um todo (urbano e rural) em função da garantia de sustentabilidade econômico-financeira considerada viável, inclusive mediante a remuneração pela cobrança dos serviços. Todos esses critérios foram adotados na configuração do cenário normativo.

Para se alcançar tal patamar de funcionalidade, faz-se necessário implementar um arranjo institucional para o saneamento básico municipal que seja regulado e fiscalizado por entidade competente, que mantenha mecanismos de controle social e que possua instrumentos eficazes para a gestão administrativa, operacional e ambiental.

Vale ainda destacar que *objetivo* e *meta* são conceitos diferentes. Objetivo é o propósito geral ou a descrição qualitativa daquilo que se pretende alcançar. Já meta é uma definição quantitativa do que se pretende alcançar, sempre acompanhada de uma indicação do prazo que se necessita para fazê-lo.

Traçado um objetivo específico, é necessário o estabelecimento de uma ou mais metas para alcançá-lo. Devido ao caráter quantitativo da meta, através do monitoramento dos parâmetros envolvidos, pode-se concluir sobre o alcance, ou não, de determinado objetivo.

Todos os objetivos foram estabelecidos para serem alcançados no final do horizonte de planejamento, que neste caso é de vinte anos. Dentro desse período maior, os objetivos e metas deverão ser implantados em prazos distintos, quais sejam:

- Prazo de ações imediatas ou emergenciais (3 anos – até 3 anos após aprovação do PMSB).
- Curto prazo (5 anos – 4º ao 8º ano).
- Médio prazo (4 anos – 9º ao 12º).
- Longo prazo (8 anos – 13º ao 20º ano).

A distribuição das metas ao longo do horizonte do Plano tende a obedecer às condições de pré-requisição, isto é, a meta anterior deve ser alcançada para viabilizar o programa posterior, e a uma hierarquização de metas construídas pelos gestores e pela população. Destaca-se que as metas devem ser entregues nos prazos indicados e, a partir daí, deve-se considerar que toda evolução alcançada seja mantida até o fim do horizonte de planejamento, a menos que se indique o contrário.

Os objetivos e metas propostos para o sistema de saneamento com base no diagnóstico de Itaverava e no cenário normativo estabelecido pela Matriz SWOT são descritos a seguir.

Objetivo 1. **Estabelecer um arranjo institucional capaz de articular os quatro setores do saneamento básico municipal sob uma única supervisão.**

Objetivo 2. **Alcançar, no município, a universalidade do acesso aos quatro sistemas do saneamento básico.**

Objetivo 3. **Alcançar a sustentabilidade econômico-financeira para o setor do saneamento no município.**

Objetivo 4. **Submeter os quatro eixos do saneamento básico municipal a uma entidade reguladora, cujas atribuições são definidas pela Lei nº 11.445/07 e pelo decreto que a regulamenta.**

Objetivo 5. **Apresentar conformidade com a legislação ambiental vigente.**

Objetivo 6. **Introduzir, na gestão do saneamento básico municipal, mecanismos que garantam o acesso a informações e a participação da população na formulação da política local de saneamento básico, além de promover avaliações relacionadas aos serviços prestados.**

Objetivo 7. **Incentivar que escolas públicas do município tratem de questões relacionadas aos quatro sistemas do saneamento básico em suas disciplinas oficiais, incluindo conteúdos que promovam a economia de água pelos usuários.**

Na Tabela 13 são apresentadas as metas para cada objetivo proposto de forma sistematizada, além dos prazos de cada meta.

Tabela 13 - Objetivos e metas do Sistema de Saneamento Básico Municipal de Itaverava

Objetivo	Metas	Prazo de entrega
1. Estabelecer um arranjo institucional capaz de articular os quatro setores do saneamento básico municipal sob uma única supervisão.	1.1. Instituir Secretaria, Departamento ou Divisão para exercer a função de supervisão do setor de saneamento municipal, com atribuições de acompanhar a prestação, regulação, fiscalização e avaliação da eficiência dos serviços, assim como o desenvolvimento da implementação das ações previstas no PMSB.	Imediato
	1.2. Estabelecer e normatizar um relacionamento com os setores do saneamento básico instituindo rotinas e fluxos de informação para garantir o alinhamento estratégico.	Imediato
	1.3. Possuir um Conselho Municipal de Saneamento Básico.	Imediato
2. Alcançar, no município, a universalidade do acesso aos quatro sistemas do saneamento básico.	2.1. Supervisionar a implementação das ações relacionadas ao aumento do percentual de cobertura dos serviços, dentro dos prazos especificados nos respectivos setores, conforme previsto neste PMSB.	Longo
3. Alcançar a sustentabilidade econômico-financeira para o setor do saneamento no município.	3.1. Instituir e sistematizar soluções operacionais e gerenciais que influenciem na melhoria da situação financeira dos setores.	Curto
4. Submeter os quatro eixos do saneamento básico municipal a uma entidade reguladora, cujas atribuições são definidas pela Lei nº 11.445/07 e pelo decreto que a regulamenta.	4.1. Garantir que a função reguladora de cada setor seja exercida por um órgão institucional regulamentado.	Curto
5. Apresentar conformidade com a legislação ambiental vigente.	5.1. Fornecer apoio técnico e institucional para que os setores providenciem o licenciamento ambiental dos processos que sejam passíveis de causar impacto ambiental.	Imediato

Objetivo	Metas	Prazo de entrega
6. Introduzir, na gestão do saneamento básico municipal, mecanismos que garantam o acesso a informações e a participação da população na formulação da política local de saneamento básico, além de promover avaliações relacionadas aos serviços prestados.	6.1. Implementar canais de comunicação entre os setores e a sociedade (ex.: SAC-Água, SAC-Esgoto, SAC-Drenagem, SAC-Resíduos).	Imediato
	6.2. Promover ações para a avaliação periódica da satisfação dos usuários (ex.: pesquisas de satisfação).	Curto
	6.3. Viabilizar a participação dos usuários no planejamento do setor (ex.: reuniões públicas).	Curto
7. Incentivar que escolas públicas do município tratem de questões relacionadas aos quatro sistemas do saneamento básico em suas disciplinas oficiais, incluindo conteúdos que promovam a economia de água pelos usuários.	7.1. Implementar atividades do Programa de Educação em Saneamento Básico nas escolas públicas do município.	Curto

4.2. Sistema de Abastecimento de Água (SAA)

4.2.1. Proposição de cenários

Considerando a metodologia apresentada anteriormente, o setor de abastecimento de água foi submetido à análise SWOT que subsidiou a configuração dos cenários previsível e normativo para este eixo, adotando-se o cenário normativo para a proposição de objetivos e metas. A seguir, no Quadro 97, é apresentada a Matriz SWOT do SAA do município.

Quadro 97 - Matriz SWOT do Sistema de Abastecimento de Água (SAA)

	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente Interno	**FORÇAS** **1. Atendimento da demanda** - Quase a totalidade da população urbana é atendida. **2. Perfil institucional** - Gestão do abastecimento da sede efetuada pela COPASA. **3. Sistema Operacional** - Existência de ETA na sede e no distrito de Monsenhor Isidro. **4. Sistema de Informações** - COPASA possui um Sistema de Informações Operacionais (SIOP). - Existem Relatórios Anuais de Qualidade. **6. Sustentabilidade econômica** - Existe tarifação pelo SAA da sede.	**1. Atendimento da demanda** **2. Perfil institucional** **3. Sistema Operacional** **4. Sistema de Informações** **5. Legislação e normatização do setor** **6. Sustentabilidade econômica**	**FRAQUEZAS** **1. Atendimento da demanda** - Não há total atendimento da população. **3. Sistema Operacional** - ETA subdimensionada e tratamento apenas com cloro em Monsenhor Isidro. - Lodo das ETAs não tem o devido tratamento. **4. Sistema de Informações** - Ausência de procedimento sistematizado para análise da água das captações da área rural e sistemas da Prefeitura Municipal. - Não existem mecanismos de comunicação de informações referentes à qualidade da água aos usuários da área rural e das áreas atendidas pela Prefeitura Municipal. **6. Sustentabilidade econômica** - Apesar de existir tarifação, a operação do SAA traz prejuízos à COPASA e à Prefeitura Municipal. - Falta de cobrança de água em Monsenhor Isidro.

	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente Externo	**OPORTUNIDADES** **2. Perfil institucional** - Existe a possibilidade de a gestão do abastecimento do distrito ser efetuada pela COPASA.		**AMEAÇAS** **3. Sistema Operacional** - Malha urbana tem expansão desordenada na sede e distrito, dificultando assim a distribuição de água. - Falta de reservatório individual nas edificações (caixa d'água). **5. Legislação e normatização do setor** - Não existe legislação específica para auxiliar a gestão do sistema.

Fonte: adaptado por SHS, 2017.

Considerando todas essas questões, partiu-se para a construção dos cenários previsível e normativo para o setor de abastecimento de água de Itaverava. O resultado está apresentado no Quadro 98.

Quadro 98 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o Sistema de Abastecimento de Água (SAA)

Cenário Previsível	Cenário Normativo
100% de atendimento na área urbana de forma contínua, mas não ininterrupta e sem monitoramento de sistemas particulares.	100% de atendimento na área urbana de forma contínua e ininterrupta, com monitoramento de sistemas particulares.
Gestão eficiente e articulada com sistematização para o armazenamento e recuperação de dados, porém não é transparente em relação à divulgação desses dados.	Gestão eficiente e articulada, com sistematização para o armazenamento e recuperação de dados, e transparente em relação à divulgação dos mesmos.
Não há procedimentos suficientes de manutenção dos equipamentos que compõem o SAA do distrito.	Manutenção dos equipamentos que compõem o SAA, da sede e do distrito, feita de maneira contínua e preventiva.
Existência de tarifação apenas nas localidades atendidas pela COPASA e sistema trabalha em *déficit*.	Tarifação pelo uso da água efetiva e socialmente referenciada, garantindo a sustentabilidade econômica do SAA.
Lodos das ETAs da sede e de outros sistemas de tratamento do distrito sendo lançados de maneira incorreta.	Lodos das ETAs e demais sistemas de tratamento do município sendo corretamente encaminhados para um destino final adequado.

4.2.2. Objetivos e metas

Para o sistema de abastecimento de água foram propostos cinco objetivos específicos, de acordo com os aspectos do SAA, com as características de Itaverava levantadas na etapa do diagnóstico técnico-participativo e com o cenário normativo como elemento norteador para o alcance das metas. Esses 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 de água e promover o uso racional da água.**

Objetivo 3. **Implementar para o SAA de Itaverava uma gestão eficiente no que concerne aos aspectos administrativos, operacionais, financeiros, de planejamento estratégico e de**

sustentabilidade, além de definir instrumentos legais que garantam a regulação do setor 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. **Garantir a mobilização social e canais de comunicação com a sociedade, além de promover ações para a avaliação periódica da percepção dos usuários e para a promoção de educação ambiental.**

Na Tabela 14 estão apresentados os objetivos e respectivas metas de forma sistematizada, além dos prazos para cada meta.

Tabela 14 - Objetivos e metas do Sistema de Abastecimento de Água (SAA)

Objetivo	Metas	Prazo de entrega
1. Atender com água potável a 100% dos domicílios urbanos de forma ininterrupta e monitorar a qualidade da água consumida em 100% dos domicílios rurais e de sistemas particulares.	1.1. Atingir atendimento de 100% da área urbana de forma ininterrupta (sede e distrito).	Médio
	1.2. Possuir sistemas adequados para atender às comunidades rurais agrupadas.	Médio
	1.3. Possuir mecanismos de controle e vigilância da qualidade da água.	Curto
	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 de água e promover o uso racional da água.	2.1. Todos os SAAs do município com índice de perdas e consumo *per capita* mensurados corretamente.	Curto
	2.2. Atingir índice de perdas igual a 20%.	Curto
3. Implementar para o SAA de Itaverava uma gestão eficiente no que concerne aos aspectos administrativos, operacionais, financeiros, de planejamento estratégico e de sustentabilidade, além de definir instrumentos legais que garantam a regulação do setor e a observação das diretrizes aprovadas no presente PMSB.	3.1. Adequação do 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. Ter sistema de informações sobre o SAA atualizado.	Imediato

Objetivo	Metas	Prazo de entrega
4. Alcançar o pleno atendimento à legislação ambiental aplicável em todos os subprocessos integrantes do SAA (captação, adução, tratamento, reservação e distribuição).	4.1. Atingir atendimento total à legislação quanto à operação do SAA.	Curto
	4.2. Todas as outorgas e licenças ambientais da infraestrutura existente regularizadas.	Imediato
	4.3. Acompanhamento garantido da regularidade das outorgas dos usos dos recursos hídricos e das licenças ambientais da infraestrutura existente e a serem instaladas relacionadas ao SAA.	Imediato
5. Garantir a mobilização social e canais de comunicação com a sociedade, além de promover ações para a avaliação periódica da percepção dos usuários e para a promoção de educação ambiental.	5.1. Participação popular ativa na gestão do SAA e no processo de tomada de decisão, com população instruída.	Imediato
	5.2. População sensibilizada sobre questões de escassez de água.	Imediato
	5.3. Possuir canais de comunicação com a população.	Imediato
	5.4. Obtenção de um índice inicial de respostas satisfatórias a reclamações de 100%.	Longo

4.3. Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)

4.3.1. Proposição de cenários

O setor de esgotamento sanitário foi analisado pela metodologia SWOT, que subsidiou a configuração dos cenários previsível e normativo para este eixo, adotando-se o cenário normativo para a proposição de objetivos e metas. O Quadro 99 apresenta a Matriz SWOT gerada pela análise.

Quadro 99 - Matriz SWOT do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)

	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente Interno	**FORÇAS** **3. Sistema Operacional** - O município possui rede separadora de esgotos (ou seja, não há mistura com o que é coletado das águas pluviais). - Algumas residências da área rural apresentam módulos sanitários domiciliares.	**1. Atendimento da demanda** **2. Perfil institucional** **3. Sistema Operacional** **4. Sistema de Informações** **5. Legislação e normatização do setor** **6. Sustentabilidade econômica**	**FRAQUEZAS** **1. Atendimento da demanda** - Não há coleta de esgotos em toda área rural do município. - O município apresenta 61,4 % da população urbana atendida com a coleta dos esgotos sanitários gerados. **3. Sistema Operacional** - Foram apresentados dois pontos de lançamento *in natura* dos esgotos, na sede do município. - Há um bairro, na sede, onde os esgotos correm a céu aberto devido à ausência de rede coletora. - Foi apresentado um ponto de lançamento *in natura* dos esgotos no distrito de Monsenhor Isidro. - Não há tratamento de esgotos na área urbana do município. - Não há periodicidade estabelecida na manutenção preventiva dos equipamentos que compõem o SES. - O município não possui política tarifária para o serviço de esgotamento sanitário. - Recorrência de vazamentos na rede coletora de esgotos. - Inexistência de cronograma de ampliação da prestação do serviço de esgotos. - O município não tem cadastro da rede de coleta de esgotos. **4. Sistema de Informações** - Ausência de sistematização para a coleta, armazenamento e recuperação de dados administrativos e operacionais. **5. Legislação e normatização do setor** - O município não apresenta nenhuma lei municipal relacionada ao saneamento básico. - O município apresenta uma potencial contaminação das águas subterrâneas. - Risco de multas ambientais pela contaminação das águas superficiais. - Não há monitoramento da quantidade e qualidade dos efluentes lançados nos cursos hídricos. **6. Sustentabilidade econômica** - Não tarifação do serviço. - Elevado investimento para instalação da nova ETE.

	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente Externo	**OPORTUNIDADES** **5. Legislação e normatização do setor** - Existência do Plano para Incremento do Percentual de Tratamento de Esgotos Sanitários na Bacia do rio Piranga (PITE Piranga). **6. Sustentabilidade econômica** - Convênio entre municípios para a busca de soluções e de investimentos no setor de esgotamento sanitário. - Convênio entre município e agência reguladora para garantir o cumprimento das metas deste Plano. - Implantação de tarifação do sistema de esgotamento sanitário.	**1. Atendimento da demanda** **2. Perfil institucional** **3. Sistema Operacional** **4. Sistema de Informações** **5. Legislação e normatização do setor** **6. Sustentabilidade econômica**	**AMEAÇAS** **6. Sustentabilidade econômica** - Dificuldade na captação de recursos financeiros devido à inexistência de colaboradores especializados.

Fonte: adaptado por SHS, 2017.

Considerando todas essas questões, partiu-se para a construção dos cenários previsível e normativo para o setor de esgotos de Itaverava. O resultado está apresentado no Quadro 100.

Quadro 100 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)

Cenário Previsível	Cenário Normativo
61,4 % da população é atendida com o sistema de esgotamento sanitário adequado, e não há tratamento de esgoto.	100 % de cobertura do serviço no município, e 100 % de tratamento dos esgotos sanitários gerados.
Sede e distrito do município não possuem tratamento dos esgotos gerados.	Implantação e operação adequadas de um sistema de tratamento de esgotos adaptado a cada localidade.
Controle operacional ineficiente, principalmente no que diz respeito à manutenção dos equipamentos disponíveis ao setor, como a rede coletora de esgotos, entre outros.	Programa periódico de manutenções do sistema de tratamento de esgotos visando caráter preventivo.
Áreas rurais, isoladas e comunidades que não são atendidas com 100 % dos serviços de esgotamento sanitário.	Programa permanente para atendimento individual de áreas rurais e comunidades do município.
Ausência de um sistema de informações sobre o sistema de esgotamento sanitário.	Sistema de informações sobre o sistema de esgotamento sanitário implantado, com dados atualizados semestralmente.
Fiscalização ineficiente do sistema de esgotamento sanitário.	Processos de fiscalização estruturados e planejados, atendendo a toda a área do município, com definição das responsabilidades e competências.
Aumento da necessidade de investimento para aquisição de projetos, equipamentos, infraestruturas e disponibilidade em quantidade adequada de pessoal especializado.	Elaboração de projetos para captação de recursos, provenientes de programas federais e estaduais.
	Aumento de investimentos na infraestrutura de coleta, afastamento e tratamento dos esgotos.
Programas de educação ambiental realizados de forma desvinculada entre os quatro setores do saneamento, de forma descontínua e não planejada.	Programas de educação ambiental realizados periodicamente, de forma sistemática e integrando os quatro setores do saneamento.

4.3.2. Objetivos e metas

Para o sistema de esgotamento sanitário foram propostos cinco objetivos específicos, de acordo com os aspectos do SES, com as características de Itaverava

levantadas na etapa do diagnóstico técnico-participativo e com o cenário normativo como elemento norteador para o alcance das metas. Esses objetivos são descritos a seguir.

Objetivo 1. **Atender com serviços de coleta, afastamento e tratamento a 100% dos esgotos produzidos nas áreas urbanizadas, rurais e aglomerados do município de Itaverava (sede e distrito).**

Objetivo 2. **Erradicar sistemas de tratamento de esgotos inadequados e implantar dispositivos de saneamento rural.**

Objetivo 3. **Implementar, para o SES, uma gestão eficiente no que se refere aos aspectos administrativos, operacionais, financeiros, 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. **Adequar todo o sistema de esgotamento sanitário de Itaverava de forma a atender à legislação ambiental vigente.**

Objetivo 5. **Instituir canais de comunicação e participação com a sociedade e promover ações continuadas em educação ambiental.**

Na Tabela 15 estão apresentados os objetivos e as respectivas metas de forma sistematizada, além dos prazos para cada meta.

Tabela 15 - Objetivos e metas do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)

Objetivo	Metas	Prazo de entrega
1. Atender com serviços de coleta, afastamento e tratamento a 100% dos esgotos produzidos nas áreas urbanizadas, rurais e aglomerados do município de Itaverava (sede e distrito).	1.1. Aumentar o índice de cobertura de afastamento dos esgotos para 100 % na área urbana da sede e do distrito.	Curto
	1.2. Atingir 100 % de tratamento dos esgotos na área urbana e rural.	Médio
2. Erradicar sistemas de tratamento de esgotos inadequados e implantar dispositivos de saneamento rural.	2.1. Cadastrar todas as fossas (rudimentares e sépticas) existentes no município.	Imediato
	2.2. Desativar os sistemas de tratamento de esgotos rurais inadequados e lançamentos *in natura* dos esgotos.	Médio
	2.3. Implantar sistemas de tratamento adequados para atender às comunidades rurais.	Médio
3. Implementar, para o SES, uma gestão eficiente no que se refere aos aspectos administrativos, operacionais, financeiros, 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. Fazer a adequação do sistema gerencial do SES por meio do planejamento estratégico e da sistematização e interação das atividades de operação, ampliação e modernização da infraestrutura e da gestão político-institucional e financeira do setor.	Imediato
	3.2. Implantar as novas ETEs com instruções em manuais de operação e operá-las adequadamente para que atendam às legislações ambientais vigentes.	Médio
	3.3. Alcançar um desempenho financeiro satisfatório.	Longo
	3.4. Ter um sistema de informações sobre o SES sempre atualizado.	Longo

Objetivo	Metas	Prazo de entrega
4. Adequar todo o sistema de esgotamento sanitário de Itaverava de forma a atender à legislação ambiental vigente.	4.1. Ter todas as outorgas e licenças ambientais da infraestrutura existente relacionadas ao esgotamento sanitário regularizadas.	Médio
	4.2. Ter todas as unidades passíveis de licenciamento e outorga regularizadas e com acompanhamento do prazo de validade das licenças.	Médio
	4.3 Ter a garantia do acompanhamento do prazo de validade das licenças.	Longo
5. Instituir canais de comunicação e participação com a sociedade e promover ações continuadas em educação ambiental.	5.1. Fazer com que haja participação popular ativa na gestão do SES e no processo de tomada de decisão, com população instruída.	Imediato
	5.2. Sensibilizar a população sobre questões de escassez de água.	Longo
	5.3. Promover canais de comunicação com a população.	Curto
	5.4. Obter os seguintes índices de respostas satisfatórias às reclamações dos munícipes: 60% no curto prazo e 100% no longo prazo.	Longo

4.4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais

4.4.1. Proposição de cenários

O setor de drenagem urbana também foi analisado pela metodologia SWOT que subsidiou a configuração dos cenários previsível e normativo para este eixo, adotando-se o cenário normativo para a proposição de objetivos, metas. O Quadro 101 apresenta a matriz SWOT gerada pela análise.

Quadro 101 - Matriz SWOT do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais

	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente interno	**FORÇAS** **3. Legislação e normatização do setor** - Lei federal sobre o parcelamento do solo, disposições sobre infraestrutura básica de parcelamento de solos, incluindo equipamentos urbanos de escoamento de águas pluviais (Lei nº 6.766, 19/12/1979). **6. Parcerias institucionais** - Faz parte do PIRH-Doce. -Sistema de alertas CPRM. **9. Proteção aos recursos hídricos** - Programa de recomposição de APPs em parceria com PIRH-DOCE. - RPPN Ana Helena.	**1. Perfil institucional** **2. Sustentabilidade econômica** **3. Legislação e normatização do setor** **4. Sistema de Informações** **5. Planejamento territorial / Uso e ocupação do solo** **6. Parcerias institucionais** **7. Orçamento municipal** **8. Estrutura e sistema de gerenciamento da drenagem** **9. Proteção aos recursos hídricos**	**FRAQUEZAS** **1. Perfil institucional** - Ausência de atribuições bem definidas para execução das atividades da gestão do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais. - Não há planejamento na manutenção preventiva das redes de drenagem. **2. Sustentabilidade econômica** - Não há monitoramento dos gastos públicos com drenagem. - Não há cobrança para os serviços municipais de drenagem urbana. **4. Sistema de Informações** - Ausência de sistematização para armazenamento e recuperação de dados administrativos e operacionais. - Não há monitoramento do sistema de drenagem. - Não há planos de emergência para eventos extremos. **5. Planejamento territorial / Uso e ocupação do solo** - Não há infraestruturas de controle de processos erosivos em locais de risco. **8. Estrutura e sistema de gerenciamento da drenagem** - O município não possui levantamento cadastral da drenagem urbana. - Não há estruturas de microdrenagem suficientes e há estruturas de difícil manutenção. - Há pontos de alagamento e inundações em área urbana. Na sede esses pontos se localizam no Centro e Barra. Na zona rural ocorrem na comunidade do João Homem. - Não há mapeamento dos pontos de lançamento do sistema de drenagem. - Na sede municipal há cinco pontes que não atendem às demandas hidrológicas para um tempo de retorno igual a 10 anos. - Há inundações duas vezes ao ano. **9. Proteção aos recursos hídricos** - Há cursos hídricos assoreados. - De modo geral, as APPs de nascentes estão degradadas.

	PONTOS POSITIVOS		PONTOS NEGATIVOS
Ambiente externo	**OPORTUNIDADES**		**AMEAÇAS**
	3. Legislação e normatização do setor - Lei federal sobre o parcelamento do solo, disposições sobre infraestrutura básica de parcelamento de solos, incluindo equipamentos urbanos de escoamento de águas pluviais (Lei nº 6.766, 19/12/1979). **6. Parcerias institucionais** - Faz parte do PIRH-Doce. -Sistema de alertas CPRM. **9. Proteção aos recursos hídricos** - Programa de recomposição de APPs em parceria com PIRH-DOCE. - RPPN Ana Helena.		**3. Legislação e normatização do setor.** - Não há Plano Diretor. - Não há zoneamento das áreas de riscos. - Não há Código de Obras. - Falta de fiscalização das ocupações em APP e fundos de vale. **5. Planejamento territorial / Uso e ocupação do solo** - Há três locais de escorregamento na sede municipal. - Há zonas cársticas na sede municipal. **7. Orçamento municipal** - Baixo orçamento. **8. Estrutura e sistema de gerenciamento da drenagem** - Não há separação entre esgotos e águas pluviais no distrito de Monsenhor Isidro. - Há vias sem pavimentação**.** **9. Proteção aos recursos hídricos** - Não há ETE no município. - Há disposição de resíduos sólidos urbanos nos cursos hídricos.

Fonte: adaptado por SHS, 2017.

Considerando todas essas questões, partiu-se para a construção de dois cenários, um previsível, ou seja, aquele que retrata uma evolução do SDU baseada em providências tomadas corretivamente, de forma emergencial, sem planejamento; e outro chamado cenário normativo, que é aquele que retrata uma situação bem mais organizada, alcançada através de procedimentos planejados e sustentados por regulamentos (leis e normas), que desde já incidem sobre a gestão deste e dos demais eixos do saneamento básico. O resultado está mostrado no Quadro 102.

Quadro 102 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o Sistema de Drenagem Urbana

Cenário Previsível	Cenário Normativo
Planejamento territorial desordenado, ocupação irregular das margens dos rios e de APPs, ocupação de áreas propícias à inundação e escorregamento. Controle mínimo por parte da Administração Pública.	Administração Pública realiza o controle eficaz na aprovação de novos lotes urbanos evitando aprovação de locais que apresentem riscos humanos e ambientais que a ocupação irregular pode acarretar. Segue normatização definida por legislações vigentes.
Sistema de informações sobre drenagem urbana (cadastro) com dados desatualizados e de difícil acesso.	Sistema de informações sobre drenagem urbana (cadastro) com dados atualizados anualmente.
Limitação de recursos humanos e qualificação ainda não possibilita implantação da gestão da drenagem urbana e de leis municipais para Itaverava.	Revisão e adequação da estrutura de pessoal e qualificação continuada dos quadros, visando ao êxito da implantação da gestão da drenagem urbana de Itaverava.
Programas de educação ambiental realizados de forma desvinculada entre os quatro setores do saneamento, descontínua e não planejada.	Programas de educação ambiental realizados periodicamente, de forma sistemática e integrando os quatro setores do saneamento e, em casos mais específicos, como para a conscientização da importância de se preservar as APPs dos cursos hídricos, conscientização da gestão dos recursos hídricos a partir das bacias hidrográficas.

4.4.2. Objetivos e metas

Para o sistema de drenagem de águas pluviais foram propostos seis objetivos específicos, de acordo com os aspectos desse sistema, com as características de Itaverava levantadas na etapa do diagnóstico técnico-participativo e com o cenário normativo como elemento norteador para o alcance das metas. Esses objetivos são descritos a seguir.

Objetivo 1. **Manter a ausência de inundações e minimizar a frequência de alagamentos causados por insuficiências e deficiências nas galerias e obras de drenagem.**

Objetivo 2. **Desestimular a ocupação de áreas susceptíveis a processos erosivos e promover a desocupação em áreas de risco.**

Objetivo 3. **Planejar o uso e ocupação da bacia de forma adequada e promover a recuperação e revitalização de APPs e áreas verdes.**

Objetivo 4. **Implementar para o SDU uma gestão eficiente no que concerne aos aspectos administrativos, operacionais, financeiros, de planejamento estratégico e de sustentabilidade.**

Objetivo 5. **Alcançar o pleno atendimento à legislação ambiental aplicável em todos os subprocessos integrantes do Sistema de Drenagem Urbana.**

Objetivo 6. **Garantir a mobilização social e canais de comunicação com a sociedade, além de promover ações continuadas em educação ambiental.**

A Tabela 16 apresenta os objetivos e as respectivas metas de forma sistematizada, além dos prazos para cada meta.

Tabela 16 - Objetivos e metas do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais

Objetivo	Metas	Prazo de entrega
1. Manter o município livre de inundações e diminuir a frequência de alagamentos causados por insuficiências e deficiências nas galerias e obras de drenagem.	1.1 Ter garantido o mapeamento e cadastramento (banco de dados) dos sistemas de drenagem urbana do município e de suas áreas críticas.	Curto
	1.2 Possuir um plano de limpeza sistemática das calhas, poços de visita (PVs) e bocas de lobo do município de Itaverava.	Imediato
	1.3 Redução de 75% na quantidade de pontos de alagamentos no município e redução de 70% na quantidade de pontos de inundações.	Médio
	1.4 Dobrar (em relação a 2017) o número de eventos anuais do município voltados à conscientização acerca do correto manejo dos resíduos sólidos.	Imediato
	1.5 Reduzir em 70% a quantidade de resíduos sólidos depositados nas margens dos rios do município.	Curto
	1.6 Regulamentar sobre o percentual de impermeabilização dos lotes urbanos e garantir a fiscalização.	Médio
2. Desestimular a ocupação de áreas susceptíveis a processos erosivos e promover a desocupação em áreas de risco.	2.1 Garantir o mapeamento das ocupações em áreas de risco de movimentação de massa, em conjunto com a Defesa Civil.	Curto
	2.2 Elaborar um plano de desocupação em áreas com risco de movimentação de massa.	Médio
	2.3 Impedir legalmente a ocupação de áreas de risco e garantir a fiscalização	Curto
	2.4 Executar o plano de desocupação em áreas com risco de movimentação de massa.	Curto
	2.5 Recuperar 40% das áreas sujeitas a acidentes decorrentes de processos erosivos.	Médio
	2.6 Recuperar 100% das áreas de risco depois de desocupadas.	Longo
	2.7 - Garantir a existência do Plano de Contingência e Emergência para áreas de riscos.	Curto
3. Planejar o uso e ocupação da bacia de forma adequada e promover a recuperação e revitalização de APPs e áreas verdes.	3.1 Elaborar o plano de recuperação de APPs e áreas verdes, considerando o mapeamento de áreas críticas de drenagem.	Curto
	3.2 Recuperar 100% das APPs do município.	Longo
	3.3. Evitar ocupações em fundos de vale e diminuir incidência de assoreamento.	Curto
	3.4 Favorecer a infiltração da água no solo, especialmente utilizando a cobertura natural.	Longo
	3.5 Promover o ordenamento territorial na escala da bacia hidrográfica.	Longo

Objetivo	Metas	Prazo de entrega
4. Implementar para o SDU uma gestão eficiente no que concerne aos aspectos administrativos, operacionais, financeiros, de planejamento estratégico e de sustentabilidade.	4.1 Manter atualizados o mapeamento e o cadastramento (no banco de dados) dos sistemas de drenagem urbana, com base nos resultados dos procedimentos de manutenção.	Curto
	4.2 Manter o sistema de informações sobre o SDU atualizado.	Curto
	4.3 Corpo técnico capacitado e em número suficiente para atuar em questões específicas de drenagem urbana.	Curto
	4.4 Uso e Ocupação e macrozoneamento urbano devidamente regulamentados no município.	Curto
5. Alcançar o pleno atendimento à legislação ambiental aplicável em todos os subprocessos integrantes do Sistema de Drenagem Urbana.	5.1 Regularização de todas as licenças ambientais da infraestrutura existente relacionada ao SDU.	Curto
	5.2 Possuir método de acompanhamento da validade das licenças ambientais do SDU, segundo procedimento pré-estabelecido.	Médio
6. Garantir a mobilização social e canais de comunicação com a sociedade, além de promover ações continuadas em educação ambiental.	6.1 Promover, sistematicamente, eventos que proporcionem a participação de usuários e ampliem o controle social sobre o processo de tomada de decisão do SDU.	Curto
	6.2 Realizar, anualmente no município, eventos voltados à conscientização acerca de boas práticas para correto funcionamento do SDU.	Imediato
	6.3 Promover ações que visem à educação ambiental ligada ao SDU.	Curto

4.5. Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

4.5.1. Proposição de cenários

A seguir é apresentada a Matriz SWOT para o sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (Quadro 103). Ressalta-se que a análise do cenário atual por meio dessa metodologia subsidia a configuração dos cenários previsível e normativo para este eixo, adotando-se o cenário normativo para a proposição de objetivos e metas.

Quadro 103 - Matriz SWOT do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente Interno	**FORÇAS** **2. Gerenciamento de resíduos sólidos** - A maior parte dos resíduos gerados no município recebe destinação final adequada.	**1. Perfil institucional** **2. Gerenciamento de resíduos sólidos** **3. Sustentabilidade econômica** **4. Legislação e normatização do setor** **5. Sistema de obtenção e acesso a dados**	**FRAQUEZAS** **1. Perfil institucional** **-** Ausência de Planos de Contingência e Emergência. **2. Gerenciamento de resíduos sólidos** - Área rural não é atendida. - Não existe um programa de gerenciamento de resíduos especiais. - Não há coleta seletiva. **3. Sustentabilidade econômica** - Não há taxa ou cobrança pela prestação dos serviços públicos de gestão de resíduos sólidos e o sistema opera em *déficit*. **5. Sistema de obtenção e acesso a dados** **-** Não existe um canal de comunicação bem estruturado com a população.

	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente Externo	**OPORTUNIDADES**		**AMEAÇAS** **4. Legislação e normatização do setor** - Ausência de regulamentos que cerceiem ações degradadoras do meio ambiente devido a disposições inadequadas de resíduos e rejeitos.

Fonte: adaptado por SHS, 2017.

Com base na matriz SWOT, que avalia aspectos positivos e negativos internos e externos à gestão de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos do município de Itaverava, foi possível elaborar a descrição dos cenários previsível e normativo para o horizonte de planejamento (Quadro 104).

Quadro 104 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

Cenário Previsível	Cenário Normativo
Existência do lixão como passivo ambiental para o município, podendo contaminar o solo e recursos hídricos.	Lixão devidamente finalizado, com monitoramento contínuo e sem a possibilidade de contaminação.
Coleta convencional sem atingir a totalidade da população e inexistência de coleta seletiva estruturada no município.	Coleta convencional e seletiva com abrangência em todo o município.
Sistema de fiscalização atende apenas sob demanda da população (denúncias).	Processos de fiscalização melhor estruturados e planejados, de forma a atender às demandas da gestão integrada de resíduos, com definição das responsabilidades e competências.
Não há taxa ou cobrança pela prestação dos serviços públicos de gestão de resíduos sólidos.	Cobrança estabelecida de maneira participativa e suficiente para auxiliar uma gestão integrada de resíduos sólidos com sustentabilidade financeira.
Pouco aproveitamento dos resíduos de construção civil para fins sustentáveis. Grande quantidade de RCC sendo destinada diretamente a áreas irregulares.	Coleta dos RCCs regulada. Reaproveitamento e/ou comercialização dos resíduos de construção civil. Disposição final ambientalmente adequada em possível aterro de inertes, municipal ou consorciado.
Ausência de um destino ambientalmente correto para os resíduos especiais.	Coleta e destinação adequada para os resíduos especiais gerados.
Ausência e/ou desatualização de Planos de Contingência e Emergência.	Existência de Planos de Contingência e Emergência que se adaptam à realidade local.

4.5.2. Objetivos e metas

Para o sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos foram propostos sete objetivos específicos, de acordo com seus aspectos, com as características de Itaverava levantadas na etapa do diagnóstico técnico-participativo e com o cenário normativo como elemento norteador para o alcance das metas. Esses objetivos são descritos a seguir.

Objetivo 1. Atender com coleta convencional e seletiva a 100% do município, de forma ininterrupta.

Objetivo 2. Ampliar e otimizar a cobertura dos serviços de limpeza urbana.

Objetivo 3. **Reduzir o envio de resíduos recicláveis e passíveis de compostagem ao local de disposição final (aterro sanitário).**

Objetivo 4. **Implementar manejo de resíduos sólidos urbanos.**

Objetivo 5. **Regulamentar procedimentos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, a partir de legislação específica.**

Objetivo 6. **Atender à legislação ambiental aplicável ao gerenciamento de resíduos sólidos.**

Objetivo 7. **Garantir a mobilização social e canais de comunicação com a sociedade, além de promover ações para a avaliação periódica da percepção dos usuários e para a promoção de educação ambiental.**

A Tabela 17 apresenta os objetivos e as respectivas metas de forma sistematizada, relacionando-os com a situação atual do setor e com os prazos de cada meta.

Tabela 17 - Objetivos e metas do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

Objetivo	Metas	Prazo de entrega
1. Atender com coleta convencional e seletiva a 100% do município, de forma ininterrupta.	1.1. Expandir a coleta regular na zona urbana em 100% (sede e distrito).	Imediato
	1.2. Estruturar, formalizar e implementar a coleta seletiva, atingindo 100% da zona urbana.	Médio
	1.3. Atender com coleta seletiva e convencional a 100% dos domicílios da zona rural de forma ininterrupta.	Longo
	1.4. Estruturar sistema de compostagem para reaproveitamento da matéria orgânica, atendendo a 100% da zona urbana.	Médio
	1.5. Criar mecanismos para manutenção preventiva e corretiva e para armazenamento e recuperação de dados sobre os procedimentos realizados.	Curto
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.	Imediato
	2.3. Enviar os resíduos de poda, capina, roçagem e raspagem para a compostagem.	Médio
3. Reduzir o envio de resíduos recicláveis e passíveis de compostagem ao local de disposição final (aterro sanitário).	3.1. Instituir campanhas periódicas de sensibilização ambiental para separação de resíduos sólidos.	Curto
	3.2. Redução em 70% da porcentagem dos resíduos recicláveis e de 60% dos resíduos orgânicos compostáveis enviados para destinação final.	Médio
	3.3. Redução em 100% o percentual de resíduos recicláveis e compostáveis enviados à disposição final.	Longo

Objetivo	Metas	Prazo de entrega
4. Implementar manejo de resíduos sólidos urbanos.	4.1. Ter reduzido a zero o percentual de grandes geradores que utilizam o serviço de coleta convencional de resíduos e que não pagam pelo serviço.	Curto
	4.2. Fomentar e fiscalizar a implementação de pontos de recebimento de resíduos especiais (logística reversa).	Médio
	4.3. Ter implementadas ações para reduzir a zero o número de pontos de disposição irregular de RCCs e de resíduos volumosos.	Curto
	4.4. Ter reduzido em 100% a disposição inadequada de resíduos agrossilvopastoris, incluindo embalagens de agrotóxicos, e de serviços de transporte.	Curto
	4.5. Possuir mecanismo econômico para remuneração e cobrança dos serviços prestados e incentivo econômico à reciclagem.	Médio
5. Regulamentar procedimentos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, a partir de legislação específica.	5.1. Revisão e atualização das leis promulgadas frente à PNRS.	Curto
	5.2. Ter regulamentado o sistema de coleta seletiva.	Curto
	5.3. Ter regulamentado o gerenciamento de resíduos da construção civil.	Curto
	5.4 Ter regulamentada a entrega anual do PGRS e de seu conteúdo mínimo.	Curto
	5.5 Ter regulamentada a diferenciação entre pequenos e grandes geradores.	Curto
	5.6 Ter regulamentadas as regras e penalidades para a disposição de resíduos sólidos.	Curto
	5.7 Ter regulamentada a coleta de resíduos especiais (logística reversa).	Curto
	5.8 Ter uma gestão do sistema de resíduos que seja eficiente e integrada.	Curto

Objetivo	Metas	Prazo de entrega
6. Atender à legislação ambiental aplicável ao gerenciamento de resíduos sólidos.	6.1. Garantir a disposição final ambientalmente adequada de resíduos sólidos (eliminação de lixões e recuperação de áreas degradadas).	Curto
	6.2. Todas as licenças ambientais das atividades relacionadas ao gerenciamento de resíduos sólidos existentes regularizadas.	Curto
	6.3. Acompanhamento garantido da regularidade das licenças ambientais da infraestrutura existente e a serem instaladas relacionadas ao sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.	Longo
7. Garantir a mobilização social e canais de comunicação com a sociedade, além de promover ações para a avaliação periódica da percepção dos usuários e para a promoção de educação ambiental.	7.1. Participação popular ativa na gestão de resíduos sólidos e no processo de tomada de decisão, com população instruída.	Imediato
	7.2. População conscientizada sobre questões relativas à diminuição da geração, reutilização e reciclagem de resíduos.	Médio
	7.3. Possuir canais de comunicação com a população.	Imediato
	7.4. Alcançar respostas satisfatórias através dos mecanismos de avaliação da percepção dos usuários.	Curto
	7.5. Desenvolver programas de educação ambiental que promovam atividades visando à sensibilização da população referente às questões de redução da geração, reutilização, reciclagem, responsabilidade pós-consumo e destinação ambientalmente adequada de resíduos sólidos.	Imediato

5. RELATÓRIO DAS OFICINAS

A 1ª Oficina do PMSB de Itaverava foi realizada em 15/05/17 às 18h, na sede de Itaverava, no salão paroquial da igreja católica. Nessa oficina, a coordenadora da consultora contratada indicou alguns pontos que suscitaram dúvidas referentes ao diagnóstico dos quatro setores de saneamento, para que essas fossem esclarecidas pelos gestores. As questões foram discutidas, os pontos foram esclarecidos e, posteriormente, o diagnóstico foi apresentado à população sem equívocos ou incorreções.

Estavam presentes os seguintes gestores municipais:

- Valter Gonçalves Dias: representante da Secretaria Municipal de Obras
- Geiziane Isabel Pinto Félix: representante da Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente
- José da Costa Carvalho: Chefe de Gabinete da Prefeitura Municipal
- Ângela Maria Gonçalves de Carvalho: representante da Secretaria Municipal de Educação
- Rogério Debortoli: representante da COPASA
- Giovani João Furtoso: representante da Secretaria Municipal de Esporte e Lazer
- Sebastião Natalino da Silva: “Tiãozinho – controlador interno da Prefeitura”
- Antônio Adriano: representante da Secretaria Municipal de Obras
- Andrea de Oliveira: representante da Secretaria Municipal de Cultura
- Maria José de Carvalho Nascimento: representante da Secretaria Municipal de Assistência e Desenvolvimento
- Vinícius de Resende Matos: vereador
- Luis Carlos Faria: representante do distrito de Monsenhor Isidro
- José Paulo da Costa: representante do distrito de Monsenhor Isidro.
- Ananda Laignier: representante do IBIO

A Figura 25 apresenta uma tomada fotográfica da 1ª Oficina do PMSB de Itaverava.

Figura 25 - 1ª Oficina do PMSB em Itaverava

Fonte: SHS, 2017a.

A 2ª Oficina do PMSB foi realizada em 19/06/17 às 13h30, na Prefeitura Municipal de Itaverava. Nessa oficina, a coordenadora da consultora contratada apresentou os seguintes itens de reflexão para que fossem discutidos pelos gestores municipais: arranjos institucionais, soluções consorciadas, regulação dos setores e ações imediatas.

- Sugestões para a adequação do arranjo institucional dos setores de saneamento. Os resultados dessa discussão estão apresentados a seguir:
  - Para os setores de abastecimento de água e esgotamento sanitário: considerando que o contrato está em fase de renovação, os gestores optaram por continuar com a gestão da COPASA, com a condicionante que a concessionária aceite modificar o contrato original, incluindo responsabilidades para gerir o setor de esgotos da sede municipal e os setores de abastecimento de água e esgotamento sanitário do distrito de Monsenhor Isidro.
  - Drenagem urbana e manejo de águas pluviais: criar as Divisões de Drenagem nas Secretarias de Obras, Meio Ambiente e Planejamento, com atribuições bem definidas, para que seja feita uma gestão eficiente do setor.
  - Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: criar Divisões na Secretaria de Meio Ambiente e na Secretaria de Obras, com atribuições bem definidas para gerir o setor, entre elas a de construir uma UTC

(Usina de Triagem e Compostagem de resíduos sólidos) e de incentivar a formação de uma cooperativa de catadores.

- ❖ Sugestões dos gestores municipais para que Itaverava integre, em consórcio com outros municípios, programas relacionados aos seguintes temas ambientais:
  - Setor de água:
    - Captação de águas de chuva.
    - Recuperação de nascentes.
    - Saneamento rural.
  - Setor de esgotos:
    - Reúso de águas servidas.
  - Setor de drenagem:
    - Construção de reservatórios de retenção na bacia hidrográfica.
    - Recuperação de matas ciliares na bacia hidrográfica.
  - Setor de resíduos sólidos:
    - Consorciamento de disposição final de rejeitos em aterro sanitário ou através de outro tratamento eficaz, devidamente licenciado.
- ❖ Sugestões para regulação do saneamento básico municipal: os gestores levantaram a possibilidade de incluir as atribuições de regulador dos setores de saneamento básico a um consórcio do qual sejam signatários (citaram o Consórcio *Circuito de Vilas e Fazendas*, do qual fazem parte junto com outros sete municípios).
- ❖ Sugestões de ações imediatas a serem propostas pelo PMSB:
  - Água:
    - Expansão da ETA da sede.
    - Fazer adequação no barramento da tomada d'água no ponto de captação.
    - Fazer melhorias na rede de água de Monsenhor Isidro.
    - Fazer ajustes na ETA de Monsenhor Isidro fazendo com que entre em operação.

- Esgotos:
    - Fazer um plano de ação para o tratamento de esgotos do município.
- Drenagem:
    - Construção de ponte no bairro da Serrinha e bairro do Campinho (indo para os Caldeires).
    - Dispositivo de captação de água que vem dos bairros Nova Itaverava e São Sebastião.
    - Desassoreamento dos rios.
    - Fazer um programa de manutenção patrimonial dos dispositivos de drenagem das áreas urbanizadas do município.
- Resíduos:
    - Construir uma UTC.
    - Implantar um programa de coleta seletiva.
    - Elaborar um programa de educação ambiental.

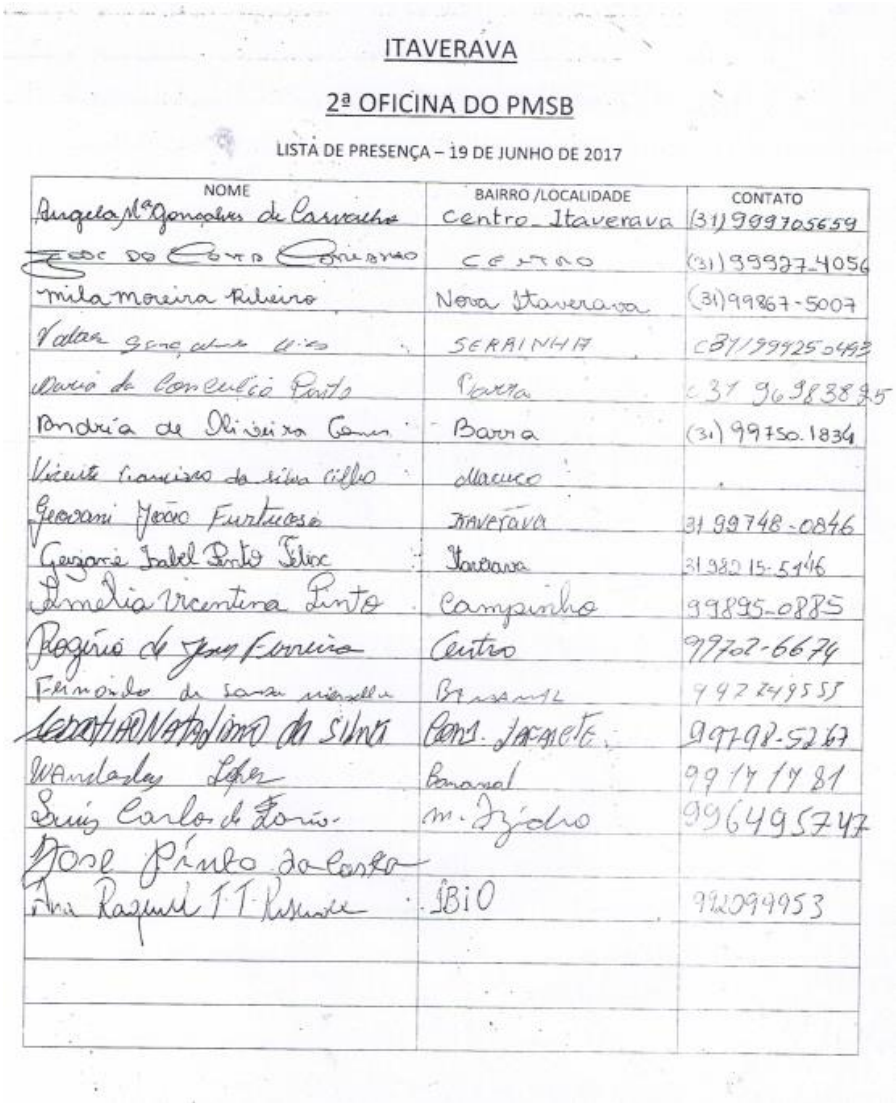
A Figura 26 apresenta uma tomada fotográfica da 2ª Oficina do PMSB de Itaverava.

Figura 26 - 2ª Oficina do PMSB de Itaverava-MG

Fonte: SHS, 2017a.

A Figura 27 mostra a cópia da lista de presença da 2ª Oficina do PMSB de Itaverava.

Figura 27 - Lista de presença da 2ª Oficina do PMSB de Itaverava-MG



ITAVERAVA

2ª OFICINA DO PMSB

LISTA DE PRESENÇA – 19 DE JUNHO DE 2017

NOME	BAIRRO /LOCALIDADE	CONTATO
Angela Mª Gonçalves de Carvalho	Centro_Itaverava	(31)999705659
[illegible]	CENTRO	(31)99927-4056
Mila Moreira Ribeiro	Nova Itaverava	(31)99867-5007
[illegible]	SERRINHA	(31)99925 0493
Maria da Conceição Pinto	Barra	(31) 96983825
Andréia de Oliveira [illegible]	Barra	(31) 99750.1834
Vicente Francisco da Silva Filho	Macuco	
Giovani João Furtuoso	Itaverava	31 99748-0846
Gezane Isabel Pinto Félix	Itaverava	31 98215-5146
Amelia Vicentina Pinto	Campinho	99895-0885
Rogério de Jesus Ferreira	Centro	99702-6674
Fernando de Souza [illegible]	Bananal	99724955
Sebastião Natalino da Silva	Cons. Lafaiete	99798-5267
Wandaday Lopes	Bananal	99171781
Luiz Carlos de Faria	M. Azúcar	996495747
José Pinto da Costa		
Ana Raquel T.T. Resende	IBIO	992099953

Fonte: Prefeitura Municipal, 2017.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta etapa foram estabelecidos objetivos e metas visando à universalização dos serviços que integram o saneamento básico municipal. Na próxima etapa serão propostos os programas e as ações com a finalidade de alcançar as metas.

7. BIBLIOGRAFIA

ABIKO, Alex. Serviços Públicos Urbanos. Texto Técnico – Escola Politécnica da USP – Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2011.

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.

ARRETCHE, Marta T. S. Saneamento – Infraestrutura – Perspectivas de reorganização. Ministério do Planejamento e Orçamento. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA. NBR 8418. Apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos - procedimento. Rio de Janeiro, 1983.

_____. NBR 13896: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ATLAS DIGITAL DAS ÁGUAS DE MINAS, s.d. Disponível em: < http://www.atlasdasaguas.ufv.br/ >. Acesso em julho de 2017.

BATISTA, M.; NASCIMENTO, N. BARRAUD, S. Bacias de Detenção, In: 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.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

_____. Decreto nº 6.017, de 17 de janeiro de 2007. Regulamenta a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos. DOU, Brasília, 2007.

_____. 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.

_____. 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.

_____. 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.

_____. Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. DOU, Brasília, 2005.

_____. Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos, previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. DOU, Brasília, 1995.

_____. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. DOU, Brasília, 1993.

_____. Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995.Estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9074cons.htm>. Acesso em: julho de 2017.

_____. Lei nº 11.079, de 30 de dezembro de 2004. Institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito da administração pública. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l11079.htm>. Acesso em: julho de 2017.

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.

CANHOLI, A. P. Drenagem urbana e controle de enchentes. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

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., 2010a.

CRETELLA JÚNIOR, José. Administração indireta brasileira. Rio de Janeiro: Forense, 1980.

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.

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.

_____Orientações técnicas para atendimento à deliberação Normativa 118/ 2008 do Conselho Estadual de Política Ambiental. 3 ed. - Belo Horizonte. 2008.

_____ Orientações básicas para drenagem urbana- Belo Horizonte: FEAM, 2006.

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.

GUIA para Elaboração de Planos Municipais de Saneamento do Governo Federal (Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA/Ministério das Cidades, Fundação Nacional de Saúde – FUNASA/Ministério da Saúde, 2006).

HELLER, Coutinho e Mingoti – Artigo Técnico - Diferentes modelos de gestão de serviços de saneamento produzem os mesmos resultados? Um estudo comparativo em Minas Gerais com base em indicadores, Revista Eng. sanit. ambient. Vol.11 - Nº 4 - out/dez 2006. Disponível em: https://www.abes-dn.org.br/publicacoes/engenharia/resaonline/v11n04/v11n04a03_060_%2006.pdf. Acesso em abril 2017.

HELLER, Pedro Gasparini Barbosa. Universidade Federal de Minas Gerais - Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos - Avaliação dos serviços de saneamento de quatro municípios da bacia hidrográfica do rio das Velhas - MG. Uma abordagem da dimensão tecnológica. Belo Horizonte, 2007.

IBAM. Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos / José Henrique Penido Monteiro [et al.]; coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

_____. Instituto brasileiro de administração municipal. Limpeza Urbana, 2010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2010. Censo demográfico.

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.

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.

MATOS, Tássio F. L; SCHALCH, Valdir. Composição dos Resíduos Poliméricos, Pós-consumo, Gerados no Município de São Carlos, SP. EESC, USP, 2007.

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 DAS CIDADES / MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Elementos para a organização da coleta seletiva e projetos de galpões de triagem, 2008.

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.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação. Brasília, 2012.

_____. 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.

MOTA, Suetônio. Urbanização e meio ambiente. Rio de Janeiro [RJ]: ABES, 1999.

_____. Urbanização e meio ambiente 3ª ed. Rio de Janeiro [RJ]: ABES, 2003.

ONOFRE, F.L. Estimativa da geração de resíduos domiciliares. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). UFPA, 2011.

PEIXOTO, João Batista. O barulho da água: os municípios e a gestão dos serviços de saneamento. São Paulo; Água e Vida; 1994. 94 p. Livrotab.

PEREIRA, Luiz Carlos Bresser - Uma reforma gerencial da Administração Pública no Brasil. Revista do Serviço Público Ano 49 Número 1 Jan-Mar, 1998.

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 Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil – PGIRCC / Ana Lúcia Maia... [et al.]. -- Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente: Fundação Israel Pinheiro, 2009. 44 p. ; il.

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.

ReCESA - Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental - Planos municipais de saneamento básico/ org. Juliano Rodrigues Gimenez, Vania Elisabete Schneider e Sérgio Faoro Tieppo – Brasília, 2013.

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.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 005 de 1993 – Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 358 de 2005 – Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 283 de 2001 – Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 334 de 2003 – Dispõe sobre os procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 313 de 2002 – Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.

REZENDE, Sonaly et. al. - Integrando oferta e demanda de serviços de saneamento: Análise hierárquica do panorama urbano brasileiro no ano 2000. Revista Eng. sanit. ambient., Vol.12 - Nº 1 - jan/mar 2007.

RIBEIRO, W. Gestão Associada de Serviços Públicos de Saneamento Básico. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2007. Apresentação em PowerPoint.

ROSA, M. O. Gerenciamento de projetos de governo – PMI-DF – PMInforma, n.V, 10 mai. 2007.

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 DO MEIO AMBIENTE – Coordenadoria de Educação Ambiental – Coleta Seletiva para Prefeituras – Guia de Implantação, 7ª ed.,2014.

SILVA, Maiara Macedo. A participação da sociedade civil em diferentes modelos de prestação dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário: estudo em quatro municípios no Brasil, Universidade Federal da Bahia - Escola Politécnica - Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana. Salvador, 2010.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2012.

_____. Glossário de Indicadores - Resíduos Sólidos in: Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, 2014.

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. Gestão de Águas Pluviais Urbanas/ Carlos E. M. Tucci – Ministério das Cidades – Global Water Partnership - Wolrd Bank – Unesco, 2005.

_____. 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.

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. 4ªed., 2014.