



**PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE
LAGOA SANTA - MG**

Concorrência Pública nº 005/2017

Contrato de Prestação de Serviço nº 001/2018

**Produto 3 – Prognósticos e Alternativas para Universalização dos
Serviços**

JUL/2018



SUMÁRIO

Lista de Figuras	v
Lista de Quadros	vii
Lista de Tabelas.....	xiv
Abreviaturas e Siglas	xvi
Glossário.....	xviii
Apresentação.....	21
1. Introdução e Contextualização	23
2. Alternativas de Gestão dos Serviços Públicos de Saneamento Básico	24
2.1. Modelos de prestação de serviços.....	24
2.1.1. <i>Prestação direta</i>	25
2.1.2. <i>Prestação indireta</i>	27
2.1.2.1. <i>Prestação por concessão</i>	27
2.1.2.2. <i>Prestação público-privada</i>	27
2.1.2.3. <i>Prestação privada</i>	28
2.1.3. <i>Gestão associada</i>	28
2.2. Avaliação dos modelos de prestação de serviços	30
2.2.1. <i>Administração direta centralizada e descentralizada</i>	30
2.2.2. <i>Administração indireta</i>	32
2.2.3. <i>Gestão associada</i>	34
2.3. Alternativas de regulação e fiscalização	36
2.3.1. <i>Regulação</i>	36
2.3.2. <i>Fiscalização</i>	40
3. Necessidades de serviços públicos de saneamento básico.....	42



3.1. Sistema de Abastecimento de Água	42
3.1.1. <i>Projeção das demandas do Sistema de Abastecimento de Água</i>	42
3.1.2. <i>Descrição dos principais mananciais e definição de alternativas técnicas de Engenharia para atendimento da demanda</i>	58
3.1.2.1. Sede.....	58
3.1.2.2. Lagoinha de Fora	62
3.1.2.3. Lapinha	65
3.1.2.4. Áreas rurais.....	69
3.2. Sistema de Esgotamento Sanitário.....	72
3.2.1. <i>Estimativa da demanda de esgotamento sanitário</i>	72
3.2.2. <i>Definição de alternativas técnicas de engenharia para o Serviço de Esgotamento Sanitário a partir das projeções</i>	128
3.3. Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	133
3.3.1. <i>Regras para as atividades de armazenamento, estocagem, transporte e disposição final dos diferentes tipos de resíduos sólidos</i>	134
3.3.1.1. Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico	134
3.3.1.2. Resíduos dos serviços de transporte.....	137
3.3.1.3. Resíduos dos serviços de saúde.....	140
3.3.1.4. Resíduos de mineração.....	146
3.3.1.5. Resíduos de construção civil	147
3.3.1.6. Resíduos agrossilvopastoris – embalagens de agrotóxicos.....	150
3.3.1.7. Resíduos industriais	154
3.3.1.8. Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestação de serviço	155
3.3.2. <i>Crítérios para pontos de apoio a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos</i>	158
3.3.2.1. Caracterização física	160



3.3.2.2. Acondicionamento.....	162
3.3.2.3. Coleta e transporte.....	163
3.3.3. Projeções e estimativa de demanda do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.....	166
3.3.3.1. Resíduos sólidos domiciliares	167
3.3.3.2. Resíduos recicláveis.....	169
3.3.3.3. Resíduos orgânicos gerados nos domicílios, feiras, varejões, restaurantes e supermercados.	171
3.3.3.4. Resíduos de Construção Civil (RCC)	172
3.3.3.5. Rejeitos	173
3.3.4. Cálculo dos custos da prestação dos serviços.....	175
3.3.4.1. Panorama do setor.....	175
3.3.4.2. Princípio da isonomia	177
3.3.4.3. Princípio da capacidade contributiva	178
3.3.4.4. Metodologias de cálculo da taxa de coleta de lixo	178
3.3.4.4.1. Rateio dos custos pelo número de economias.....	179
3.3.4.4.2. Cálculo baseado na tipologia do gerador.....	180
3.3.4.4.3. Cálculo baseado na área construída do imóvel.....	182
3.3.4.4.4. Cálculo baseado no consumo de água	184
3.3.4.4.5. Cálculo alternativo baseado no consumo de água.....	185
3.3.4.5. Formas de cobrança da taxa de coleta de lixo.....	187
3.3.5. Identificação de áreas favoráveis à disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.....	188
3.3.6. Critérios para escolha da área para projeto e implantação de aterro de resíduos da construção civil e de resíduos inertes.....	188
3.3.7. Análise preliminar de viabilidade de implantação de usina de reciclagem de resíduo de demolição da construção civil	193



3.4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais	193
3.4.1. <i>Projeções e estimativas da ocupação urbana e seus impactos</i>	193
3.4.2. <i>Diretrizes para o controle do escoamento superficial</i>	216
3.4.3. <i>Diretrizes para o tratamento dos fundos de vale</i>	220
3.4.4. <i>Medidas de controle de erosão e assoreamento</i>	224
3.4.5. <i>Medidas para a redução da disposição de resíduos sólidos nos corpos d'água</i>	227
4. Hierarquização de áreas de intervenção prioritárias	231
4.1. Cenários alternativos norteadores da compatibilização das demandas do saneamento com as ações do PMSB	245
4.2. Sistema Geral do Saneamento Básico Municipal	247
4.3. Sistema de Abastecimento de Água (SAA)	256
4.4. Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)	259
4.5. Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	261
4.6. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais	269
5. Definição de objetivos e metas	275
5.1. Sistema Geral do Saneamento Básico Municipal	275
5.2. Sistema de Abastecimento de Água (SAA)	280
5.3. Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)	283
5.4. Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	286
5.5. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais	297
6. Referências Bibliográficas	301

Lista de Figuras

Figura 1 - Objetivos da regulação dos serviços de saneamento básico	37
---------------------------------------------------------------------------	----



Figura 2 - Localização do novo ponto proposto para a sede	60
Figura 3 - Visão panorâmica do local proposto para a sede	60
Figura 4 - Visão panorâmica do local de captação proposto para Lagoinha de Fora (Córrego do Moinho)	63
Figura 5 - Localização do captação de água proposta para Lagoinha de Fora	63
Figura 6 - Localização do novo ponto proposto para a Lapinha	66
Figura 7 - Visão panorâmica do local proposto para a Lapinha.....	67
Figura 8 - Esquema do sistema de cloração desenvolvido pela Embrapa	70
Figura 9 - Esquema geral de filtragem de água de uma nascente	71
Figura 10 - Alternativa locacional da ETE para a sede.....	130
Figura 11 - Alternativa locacional da ETE para Lagoinha de Fora	130
Figura 12 - Alternativa locacional da ETE para a Lapinha.....	131
Figura 13 - Esquema do sistema de fossas/tanques sépticos em conjunto com o filtro anaeróbio.....	132
Figura 14 - Esquema de um sumidouro	133
Figura 15 - Gestão dos resíduos domiciliares	159
Figura 16 - Procedimentos para não geração, redução, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos.....	160
Figura 17 - Aumento do pico em função da proporção de área impermeável e da canalização do sistema de drenagem	195
Figura 18 - Esquema de vala de infiltração	218
Figura 19 - Bacia de amortecimento transformada em espaço pra lazer	219
Figura 20 - Exemplo de distribuição de lotes e vias públicas nas margens de cursos d'água	223
Figura 21 - Exemplo de parcelamento do solo considerando aspectos	224



Lista de Quadros

Quadro 1 - Formas de prestação de serviços públicos admitidas pela Constituição Federal	25
Quadro 2 - Comparativo entre Departamento e Autarquia	31
Quadro 3 - Vantagens e desvantagens dos modelos de regulação	38
Quadro 4 - Funções da gestão e entidades passíveis de atuar como responsáveis.....	41
Quadro 5 - Projeção da demanda futura para a sede no cenário previsível.....	44
Quadro 6 - Projeção da demanda futura para Lagoinha de Fora no cenário previsível	45
Quadro 7 - Projeção da demanda futura para Lapinha no cenário previsível.....	46
Quadro 8 - Balanço da oferta e demanda do SAA para a sede no cenário previsível	47
Quadro 9 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Lagoinha de Fora no cenário previsível.....	48
Quadro 10 - Balanço da oferta e demanda do SAA para a Lapinha no cenário previsível	49
Quadro 11 - Projeção da demanda futura para a sede no cenário normativo	52
Quadro 12 - Projeção da demanda futura para Lagoinha de Fora no cenário normativo.....	53
Quadro 13 - Projeção da demanda futura para Lapinha no cenário normativo	54
Quadro 14 - Balanço da oferta e demanda do SAA para a sede no cenário normativo.....	55
Quadro 15 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Lagoinha de Fora no cenário normativo	56
Quadro 16 - Balanço da oferta e demanda do SAA para a Lapinha no cenário normativo.....	57



Quadro 17 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para a sede.....	61
Quadro 18 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para a sede e a demanda futura.....	61
Quadro 19 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para Lagoinha de Fora	64
Quadro 20 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para Lagoinha de Fora e a demanda futura	64
Quadro 21 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para a Lapinha.....	67
Quadro 22 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para a Lapinha e a demanda futura.....	67
Quadro 23 - Evolução da vazão de esgoto doméstico da sede do município de Lagoa Santa no cenário previsível	74
Quadro 24 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Lagoinha de Fora no cenário previsível.....	75
Quadro 25 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Lapinha no cenário previsível	76
Quadro 26 - Evolução da contribuição de infiltração da sede de Lagoa Santa no cenário previsível.....	78
Quadro 27 - Evolução da contribuição de infiltração de Lagoinha de Fora no cenário previsível.....	79
Quadro 28 - Evolução da contribuição de infiltração de Lapinha no cenário previsível	80
Quadro 29 - Evolução da vazão sanitária para a sede de Lagoa Santa no cenário previsível	81
Quadro 30 - Evolução da vazão sanitária para a Lagoinha de Fora no cenário previsível	82
Quadro 31 - Evolução da vazão sanitária para a Lapinha no cenário previsível	83



Quadro 32 - Evolução da carga orgânica bruta e concentração inicial de DBO para a sede de Lagoa Santa no cenário previsível.....	85
Quadro 33 - Evolução da carga orgânica bruta e concentração inicial de DBO para Lagoinha de Fora no cenário previsível.....	86
Quadro 34 - Evolução da carga orgânica bruta e concentração inicial de DBO para a Lapinha no cenário previsível.....	87
Quadro 35 - Evolução da carga orgânica removida e concentração removida de DBO para a sede de Lagoa Santa no cenário previsível.....	89
Quadro 36 - Evolução da carga orgânica removida e concentração removida de DBO para Lagoinha de Fora no cenário previsível.....	90
Quadro 37 - Evolução da carga orgânica removida e concentração removida de DBO para a Lapinha no cenário previsível.....	91
Quadro 38 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais termotolerantes para a sede de Lagoa Santa no cenário previsível.....	93
Quadro 39 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais termotolerantes para Lagoinha de Fora no cenário previsível.....	94
Quadro 40 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais termotolerantes para a Lapinha no cenário previsível.....	95
Quadro 41 - Evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes para a sede de Lagoa Santa no cenário previsível.....	97
Quadro 42 - Evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes para Lagoinha de Fora no cenário previsível.....	98
Quadro 43 - Evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes para a Lapinha no cenário previsível.....	99
Quadro 44 - Evolução da vazão de esgotos domésticos para o cenário normativo da sede do município de Lagoa Santa.....	102
Quadro 45 - Evolução da vazão de esgotos domésticos para o cenário normativo do distrito de Lagoinha de Fora.....	104



Quadro 46 - Evolução da vazão de esgotos domésticos para o cenário normativo do distrito da Lapinha	105
Quadro 47 - Evolução da vazão de infiltração para o cenário normativo da sede do município de Lagoa Santa	106
Quadro 48 - Evolução da vazão de infiltração para o cenário normativo do distrito de Lagoinha de Fora	107
Quadro 49 - Evolução da vazão de infiltração para o cenário normativo do distrito da Lapinha.....	108
Quadro 50 - Evolução da vazão sanitária para o cenário normativo da sede do município de Lagoa Santa	109
Quadro 51 - Evolução da vazão sanitária para o cenário normativo do distrito de Lagoinha de Fora	111
Quadro 52 - Evolução da vazão sanitária para o cenário normativo do distrito da Lapinha.....	112
Quadro 53 - Evolução da carga orgânica bruta e concentração inicial de DBO para o cenário normativo da sede do município de Lagoa Santa	113
Quadro 54 - Evolução da carga orgânica bruta e concentração inicial de DBO para o cenário normativo do distrito de Lagoinha de Fora.....	114
Quadro 55 - Evolução da carga orgânica bruta e concentração inicial de DBO para o cenário normativo do distrito da Lapinha	115
Quadro 56 - Evolução da carga orgânica removida e concentração removida de DBO para o cenário normativo da sede de Lagoa Santa	117
Quadro 57 - Evolução da carga orgânica removida e concentração removida de DBO para o cenário normativo do distrito de Lagoinha de Fora.....	118
Quadro 58 - Evolução da carga orgânica removida e concentração removida de DBO para o cenário normativo do distrito da Lapinha	119
Quadro 59 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais termotolerantes para o cenário normativo da sede do município de Lagoa Santa	120



Quadro 60 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais termotolerantes para o cenário normativo do distrito de Lagoinha de Fora.....	121
Quadro 61 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais termotolerantes para o cenário normativo do distrito da Lapinha	122
Quadro 62 - Evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes para o cenário normativo da sede de Lagoa Santa.....	124
Quadro 63 - Evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes para o cenário normativo do distrito de Lagoinha de Fora	125
Quadro 64 - Evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes para o cenário normativo do distrito da Lapinha.....	126
Quadro 65 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Regras de Estocagem.....	134
Quadro 66 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Regras de Transporte	134
Quadro 67 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Regras de Disposição Final	135
Quadro 68 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Legislação e Normas	136
Quadro 69 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Classificação.....	137
Quadro 70 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Regras de Coleta e Transporte	137
Quadro 71 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Regras de Tratamento e Disposição Final	138
Quadro 72 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Regras de Licenciamento	139
Quadro 73 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Legislação e Normas	139
Quadro 74 - Resíduos de Serviço de Saúde – Classificação	140
Quadro 75 - Resíduos de Serviço de Saúde – Símbolos de Identificação	142



Quadro 76 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Acondicionamento	142
Quadro 77 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Coleta e Transporte	143
Quadro 78 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Triagem e Transbordo	143
Quadro 79 - Resíduos de Serviço de Saúde – Métodos de Tratamento	143
Quadro 80 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Tratamento e Disposição Final.....	144
Quadro 81 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Licenciamento.....	145
Quadro 82 - Resíduos de Serviço de Saúde – Legislação e Normas.....	145
Quadro 83 - Resíduos de Mineração – Normas	147
Quadro 84 - Resíduos de Construção Civil – Classificação	148
Quadro 85 - Resíduos de Construção Civil – Regras de Coleta e Transporte	148
Quadro 86 - Resíduos de Construção Civil – Regras de Tratamento e Disposição	148
Quadro 87 - Resíduos de Construção Civil – Regras de Licenciamento.....	149
Quadro 88 - Resíduos de Construção Civil – Legislação e Normas.....	149
Quadro 89 - Resíduos Agrossilvopastoris – Regras de Coleta e Transporte	150
Quadro 90 - Resíduos Agrossilvopastoris – Regras de Triagem e Transbordo.....	150
Quadro 91 - Resíduos Agrossilvopastoris – Regras de Tratamento e Disposição	151
Quadro 92 - Resíduos Agrossilvopastoris – Regras de Licenciamento.....	151
Quadro 93 - Resíduos Agrossilvopastoris – Legislação e Normas.....	151
Quadro 94 - Resíduos Industriais – Regras de Licenciamento e Obrigações Legais..	154
Quadro 95 - Resíduos Industriais – Legislação e Normas	154
Quadro 96 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais – Regras de sobre óleos lubrificantes, pilhas e baterias, pneus inservíveis, embalagens de agrotóxico, lixo eletrônico e lâmpadas fluorescentes	156



Quadro 97 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais – Regras de Coleta e Transporte	157
Quadro 98 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais – Regras de Triagem e Transbordo.	157
Quadro 99 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais – Legislação e Normas.....	157
Quadro 100 - Projeção da geração de resíduos sólidos no horizonte do PMSB	168
Quadro 101 - Metas para redução de resíduos secos recicláveis enviados ao aterro sanitário.....	170
Quadro 102 - Metas para redução de resíduos orgânicos domésticos enviados ao aterro sanitário.....	171
Quadro 103 - Cenário projetado para os rejeitos enviados ao aterro sanitário	173
Quadro 104 - Informações econômico-financeiras do sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos	175
Quadro 105 - Resumo da situação do sistema de drenagem urbana em Lagoa Santa	199
Quadro 106 - Esquema das diferentes técnicas.....	217
Quadro 107 - Medidas para prevenção, controle, mitigação e/ou recuperação que podem ser usadas para áreas degradadas por processos erosivos.	226
Quadro 108 - Situação dos bairros de Lagoa Santa - MG referente à infraestrutura de esgotamento sanitário (SES).....	231
Quadro 109 - Situação dos bairros de Lagoa Santa - MG referente à ocorrência de vazamentos na rede de abastecimento de água	233
Quadro 110 - Matriz de valoração das regiões de Lagoa Santa em relação às demandas de Saneamento Básico.....	243
Quadro 111 - Matriz SWOT do Sistema de Saneamento Básico Municipal de Lagoa Santa	248



Quadro 112 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o Sistema de Saneamento Básico Municipal de Lagoa Santa	253
Quadro 113 - Matriz SWOT do Sistema de Abastecimento de Água (SAA).....	257
Quadro 114 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o Sistema de Abastecimento de Água (SAA).....	259
Quadro 115 - Matriz SWOT do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)	260
Quadro 116 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o Sistema de Esgotamento Sanitário (SES).....	261
Quadro 117 - Matriz SWOT do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos – Fatores Internos.....	263
Quadro 118 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.....	268
Quadro 119 - Matriz SWOT do Sistema de Drenagem Urbana (SDU).....	270
Quadro 120 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o Sistema de Drenagem Urbana	274

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Fatores de referência hipotéticos para o cálculo da taxa de coleta de lixo baseado na área construída do imóvel	183
Tabela 2 - Simulação das taxas de coleta de lixo baseadas na área construída do imóvel.....	183
Tabela 3 - Simulação das taxas de coleta de resíduos sólidos baseadas no consumo de água.....	185
Tabela 4 - Fatores de referência hipotéticos para o cálculo da taxa de coleta de lixo baseado no consumo de água	186
Tabela 5 - Fatores de referência hipotéticos para o cálculo da taxa de coleta de lixo baseado no consumo de água	186



Tabela 6 - Crescimento populacional e impermeabilização de novas áreas	196
Tabela 7 - Evolução das estruturas de retenção de resíduos sólidos — autolimpantes	230
Tabela 8 - Proporção de internações por doenças de veiculação hídrica	234
Tabela 9 - Proporção de internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado	236
Tabela 10 - Objetivos e metas do Sistema de Saneamento Básico Municipal de Lagoa Santa	278
Tabela 11 - Objetivos e metas do Sistema de Abastecimento de Água (SAA).....	281
Tabela 12 - Objetivos e metas do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)	284
Tabela 13 - Objetivos e metas do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.....	292
Tabela 14 - Objetivos e metas do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.....	298



Abreviaturas e Siglas

APA - Área de Proteção Ambiental.

APP - Área de Preservação Permanente.

ARSAE - Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais.

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais.

CENIBRA - Celulose Nipo-Brasileira S/A.

CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

CRAS - Centro de Referência de Assistência Social.

DATASUS - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde.

DER-MG - Departamento de Estradas e Rodagem de Minas Gerais.

EEE - Estação Elevatória de Esgotos.

EEAT - Estação Elevatória de Água Tratada.

ETA - Estação de Tratamento de Água.

ETE - Estação de Tratamento de Esgotos.

FJP - Fundação João Pinheiro.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano.

IMRS - Índice Mineiro de Responsabilidade Social.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

ONG - Organização Não Governamental.

PMGIRS - Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.



PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico.

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.

PPA - Plano Plurianual.

SAA - Sistema de Abastecimento de Água.

SDU - Sistema de Drenagem Urbana.

SEMAD - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

SES - Sistema de Esgotamento Sanitário.

SLU - Sistema de Limpeza Urbana.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.

UC - Unidade de Conservação.



Glossário

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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



políticas públicas executadas, tais como metas físicas e financeiras, produtos a serem entregues à sociedade, entre outros.

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

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

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

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

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

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

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

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

A partir da regulamentação dos artigos 182 e 183 da Constituição Federal, instituiu-se, em 2001, o Estatuto da Cidade que estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

Para uma maior compreensão das questões do saneamento básico, os legisladores entenderam necessário especificar ainda mais a regulamentação iniciada na Constituição Federal e no Estatuto da Cidade, criando então a Lei Federal nº 11.445/07, sancionada em 5 de janeiro de 2007. Essa lei e o Decreto Federal nº 7.217/10, que a regulamenta, vêm estabelecer diretrizes sobre o saneamento básico intensificando a regulamentação de serviços que, em última instância, afetam diretamente a saúde das pessoas e o meio ambiente e por isso mesmo são considerados como bens essenciais, e como tais, constituem-se direito do povo e dever do estado.

A *Lei do Saneamento* trouxe nova disciplina para a gestão dos sistemas de saneamento básico, a qual inclui os processos de planejamento, prestação, regulação e monitoramento da eficácia e eficiência dos mesmos, exigindo tanto do titular quanto do prestador novas atribuições, direitos e obrigações. Entre as principais obrigações do Titular dos serviços, destaca-se a da elaboração do Planos Municipal de Saneamento Básico (PMSB) dotada de mecanismos que propiciem o controle social.

Ressalta-se ainda que, 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 seu PMSB.

O Município de Lagoa Santa, como Titular dos serviços de saneamento - por intermédio da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano, assumiu a elaboração do componente que corresponderá ao principal instrumento de sua Política Municipal de Saneamento: o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Lagoa Santa.

Como atribuição indelegável do titular dos serviços, o Plano deve ser elaborado com mecanismos e procedimentos que garantam à sociedade informações, representação técnica e participação nos seus processos de formulação.



Apesar de ser dotada de um corpo profissional consistente, a prefeitura Municipal entendeu necessária a contratação de uma empresa para prestação de serviços técnicos especializados na elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB). A partir de processo licitatório, regido pelo edital de Concorrência Pública nº 005/2017 e pela Lei nº8.666/93, em 15/01/2018 a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano, assinava contrato de prestação de serviços com a empresa *SHS Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda.-EPP* cuja obrigação seria apoiar o município na elaboração de seu PMSB, prestando os serviços previstos no Termo de Referência, anexado ao contrato.

Ademais, sempre é bom destacar que o PMSB não deve ser considerado mera obrigação legal, mas sim um poderoso instrumento na formulação da política setorial local, na gestão dos serviços dos quatro setores e na captação de recursos econômico-financeiros para o município.



1. Introdução e Contextualização

O Plano Municipal de Saneamento Básico de Lagoa Santa – MG será um instrumento de gestão que servirá ao planejamento e à formulação de uma Política Municipal de Saneamento Básico, que seja sustentável em termos econômicos, sociais e ambientais.

Em Lagoa Santa, o conjunto de instalações e processos integrantes dos sistemas de saneamento básico ainda não atende completamente às demandas da Lei do Saneamento (Lei Federal 11.445/07 e seu Decreto regulamentador nº 7.217/10), de forma que os eixos integrantes necessitam ser repensados com base nas novas regras vigentes para o setor em questão.

Consideradas essas premissas, registre-se que a presente iniciativa tem por objetivo a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Lagoa Santa que busca garantir o acesso da população aos serviços de saneamento com universalidade, qualidade, integralidade, segurança, sustentabilidade (ambiental, social e econômica), regularidade e continuidade.

Este relatório configura o **Produto 3: Prognósticos e Alternativas para Universalização dos Serviços** do processo de elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Lagoa Santa - MG.

Este documento contém principalmente:

- Indicação de modelos de gestão para o planejamento, a prestação de serviço, a regulação, a fiscalização e o controle social do saneamento básico municipal.
- Elaboração de cenários de evolução das demandas da população quanto aos serviços de saneamento básico, que possam ser previstas no horizonte de projeto 20 anos.
- Configuração do entendimento dos sistemas de saneamento segundo a metodologia da *Análise SWOT* e, a partir daí, a formulação de objetivos, diretrizes e metas visando a adequação do setor em Lagoa Santa.



2. Alternativas de Gestão dos Serviços Públicos de Saneamento Básico

A gestão do setor de saneamento do município, levando-se em conta os quatro setores específicos que o integram (água, esgoto, drenagem e resíduos), é composta por atividades de planejamento, prestação de serviços, regulação e fiscalização, considerando-se que todas essas atividades devem ser submetidas à mecanismos de controle social.

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.

Cabe ao município, por meio da realização de estudos técnicos de viabilidade que levem em conta aspectos institucionais, econômicos, jurídicos, sociais e ambientais - sempre submetidos à apreciação da população, a decisão quanto ao modelo a ser adotado para a promoção da gestão dos sistemas de saneamento básico. A transparência de que o setor precisa é aquela que faça a população entender seu funcionamento, quais são as possibilidades alternativas de prestação dos serviços e quais são os respectivos custos e benefícios de cada alternativa. Os modelos passíveis de serem escolhidos e suas especificidades são apresentados nos itens a seguir.

2.1. Modelos de prestação de serviços

A Constituição Federal estabelece que o município é o titular dos serviços de saneamento básico. A prestação dos serviços envolve a execução de toda e qualquer atividade ou obra com o objetivo de permitir o acesso aos setores do saneamento básico, em conformidade com o estabelecido no planejamento (considerando o controle social) e na regulação.

O Município pode exercer essa função de prestação dos serviços diretamente ou delegá-la a outro ente. Cabe ao titular definir o ente responsável pela regulação dos serviços, além dos mecanismos de controle social.

Segundo Macedo (2010) 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 1.

Quadro 1 - Formas de prestação de serviços públicos admitidas pela Constituição Federal



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

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

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 outras 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).



2.1.2. Prestação indireta

2.1.2.1. 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.

2.1.2.2. 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 dos 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.

2.1.2.3. Prestação privada

Existem diversos casos em que é inviável a criação de autarquias e de 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, Distritos 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 a empresa seja juridicamente obrigada a manter adequado o serviço público contratado. Nesse sentido, cabe ao Município através da gestão do contrato e da entidade regulatória (ou reguladora) garantir o cumprimento das condições e metas estabelecidas, autorizar as tarifas, prevenir e reprimir o abuso do poder econômico, editar normas, entre outras prerrogativas.

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

2.1.3. 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 instituam microrregiões para a gestão, e aos Distritos 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, entre outras implicações incentiva, por exemplo, o desperdício de água, podendo acarretar um alto consumo *per capita*.

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. O PMSB representa um bom instrumento para amenizar esse efeito.

Esta 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).

2.2. Avaliação dos modelos de prestação de serviços

2.2.1. 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 2 mostra as diferenças e semelhanças entre Administração Direta centralizada (Departamento) e descentralizada (Autarquia).

Quadro 2 - 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: in Macedo da Silva (2010), 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.

2.2.2. 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 invertido, 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, conseqüentemente, a debilidade dos outros modelos de prestação.

Em Lagoa Santa-MG, a gestão do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) da sede de Lagoa Santa é concedida à Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA MG - órgão da Administração Indireta do Estado, vinculado à Secretaria de Estado de Transporte e Obras Públicas. O contrato de programa assinado em 1981 dá à COPASA o direito de explorar, direta ou indiretamente e com exclusividade, os serviços de água e esgoto em todo o território



municipal, compreendendo a sede (desde 1981) e distritos, vilas e povoados (a partir de 1983).

À rigor, a vigência do contrato de programa terminou em 2013, porém há nesse instrumento uma cláusula que permite que o contrato seja renovado automaticamente por mais 10 (dez) anos se nenhuma das partes se manifestarem em contrário. Foi o que ocorreu em Lagoa Santa, dando à COPASA a responsabilidade pela manutenção da prestação dos serviços de água e esgoto no município até o ano de 2023. A Lei Federal 11.445/07 e seu regulamento, o Decreto 7.217/10, apresentam as condições de validade dos contratos que tenham por objeto a prestação de serviços públicos de saneamento básico. Entre essas condições está a existência do Plano de Saneamento Básico, elaborado com controle social e aprovado pela casa legislativa municipal. Assim, o presente PMSB passa a ser um importante instrumento de negociação quanto às responsabilidades desta empresa concessionária ou de quaisquer outras entidades que vierem assumir os serviços de saneamento básico no município.

2.2.3. 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;
- Possibilita a priorização da aplicação de recursos não onerosos da União para os serviços prestados por meio de gestão associada;
- Estimula soluções associadas apenas naquilo que for de maior interesse para os titulares dos serviços, podendo estes escolher quais serviços serão geridos de forma compartilhada e quais não o serão.

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.

Entre as normas gerais estabelecidas pela lei de consórcios públicos (Lei nº 11.107/2005) está a dispensa de licitação nos casos de celebração de contrato de programa entre entes da Federação (ou entidades de sua administração indireta) para a prestação de serviços públicos de forma associada. A justificativa para tanto é que se trataria de um acordo entre dois entes com os mesmos objetivos de prestação de serviços públicos, diferenciando-se de uma simples concessão do município para a empresa estadual.

O texto proposto para o art. 10-A do novo marco regulatório do saneamento básico visa justamente separar as situações que se caracterizam como esforço conjunto para prestação de serviços públicos daquelas situações em que o contrato de programa é apenas um meio de evitar a regra licitatória na concessão do serviço de saneamento a uma empresa. Nesses casos, o chamamento público previsto no art. 10-A introduzirá concorrência no setor, beneficiando os municípios e os usuários dos serviços de saneamento com a seleção do prestador que oferecer melhor capacidade de atendimento à população, a preços módicos.

Assim, os interessados na prestação dos serviços poderão apresentar propostas aos titulares dos serviços que poderão então avaliar condições mais vantajosas e



eficientes do que aquelas decorrentes da renovação automática do contrato de programa.

A crítica a este dispositivo se baseia numa possível desestruturação do setor, cuja organização dependeria da existência dos subsídios cruzados entre municípios superavitários e deficitários. Essa ideia de a organização de dado setor ser dependente de subsídios cruzados se baseia na importância da centralização das decisões e recursos, mas dificulta a compreensão da real estrutura dos custos de prestação desses serviços, não contribuindo para a transparência da estrutura tarifária.

2.3. Alternativas de regulação e fiscalização

2.3.1. Regulação

A regulação é um instrumento essencial para garantir a qualidade dos serviços prestados à população. Essencial também para garantir o fiel cumprimento do que foi pactuado pelo titular dos serviços com o prestador desses serviços.

A Lei no 11.445 de 2007 facultou aos titulares dos serviços de saneamento básico que regulem diretamente ou deleguem a regulação desse setor.

Segundo apresentado 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”.

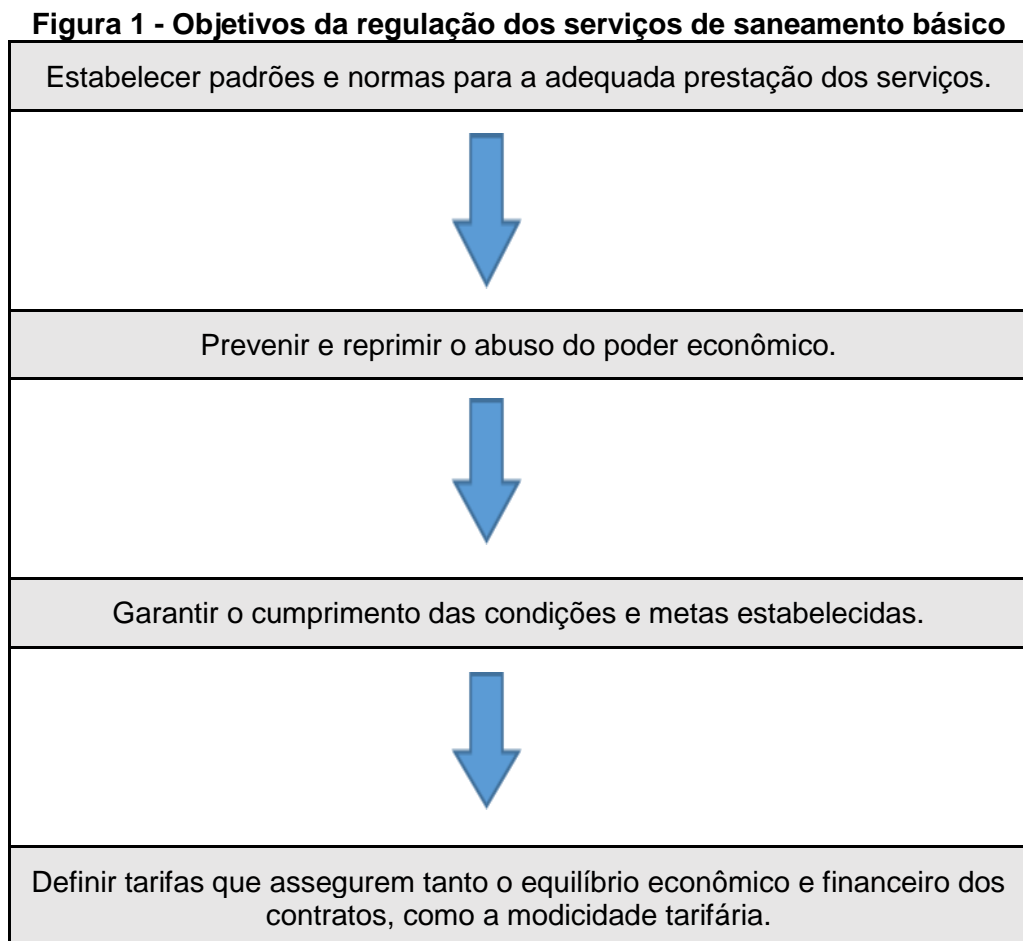
O titular dos serviços deverá definir o ente responsável pela regulação dos serviços prestados no setor do saneamento básico. A Entidade responsável deverá assumir tal competência em seu Estatuto, além de definir suas atribuições específicas e os objetos a serem submetidos à sua regulação. Deverão ainda ser explicitadas 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 da Lei nº 11.445/07). 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 da Lei nº 11.445/07).

Destacam-se a importância da independência da entidade reguladora em relação aos prestadores dos serviços submetidos à regulação, da garantia dos mandatos de seus dirigentes, da capacidade técnica da entidade reguladora, das tomadas de decisões serem feitas por órgãos colegiados e a da consideração da participação social na gestão dos serviços regulados, assim como no próprio exercício da regulação. São mecanismos de participação social, na regulação, a realização de audiências e consultas públicas, a constituição de ouvidorias e o funcionamento efetivo dos Conselhos Municipais. A regulação da prestação de serviços públicos deve atender principalmente aos objetivos apresentados na Figura 1.



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, como Conselhos e por consórcios. No Quadro 3 são apresentadas as vantagens e desvantagens de cada modelo.

Quadro 3 - Vantagens e desvantagens dos modelos de regulação

MODELO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Regulação Estadual	Redução dos custos de regulação; Existência de órgão colegiado de dirigentes; Vencimentos compatíveis para o quadro técnico Troca de <i>expertise</i> adquirido 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 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 de regulação.
Consórcio 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 da execução do contrato entre a concessionária e o Município, além da aplicação das sanções estipuladas pelo contrato e previstas por 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, também estão assegurados por lei, garantindo ainda que qualquer pessoa requeira 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 eventuais parcelas do território municipal onde a concessionária não atue. Os demais serviços do saneamento (manejo de águas pluviais e de resíduos sólidos) 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.

2.3.2. Fiscalização

Estabelecidas as possibilidades de formas de prestação do serviço, bem como as formas e objetivos quanto à sua regulação, deve-se pensar nos modos 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 Lei do Saneamento 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 4 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 4 - Funções da gestão e entidades passíveis de atuar como responsáveis

FUNÇÃO	RESPONSÁVEL
Planejamento	Titular, ou seja, o município.
Prestação de Serviços	Órgão ou entidade do titular, a quem se tenha atribuído por lei a competência de prestar p serviço público; Órgão ou entidade de consórcio público ou de ente da federação com quem o titular celebrou convênio de cooperação, desde que delegada a prestação por meio de contrato de programa; Órgão ou entidade a quem se tenha delegado a prestação de serviços por meio de concessão
Regulação	A regulação de serviços públicos de saneamento básico poderá ser delegada pelos titulares a qualquer entidade reguladora constituída dentro dos limites do respectivo estado, explicitando, no ato da delegação da regulação, a forma de atuação e a abrangência das atividades a serem desempenhadas pelas partes envolvidas (art. 23, § 1º, Lei nº 11.445/07).
Fiscalização	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. Necessidades de serviços públicos de saneamento básico

As necessidades de serviços públicos de saneamento foram indicadas neste PMSB a partir das fragilidades apresentadas no diagnóstico, da configuração de cenários e das avaliações das demandas por serviços e infraestrutura estimadas para um horizonte de planejamento de 20 anos. A seguir são apresentados os estudos de demandas nos serviços de água e esgotamento e a configuração dos cenários que subsidiarão o planejamento estratégico dos quatro setores o saneamento básico municipal.

3.1. Sistema de Abastecimento de Água

3.1.1. 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 2019 a 2039 – 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*.

Equação 1

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

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.



Equação 2

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

Em que:

D = demanda de água (m³/dia);

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

P = população projetada (hab.);

A = 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 as informações do Portal de Informações da COPASA para o ano de 2017, o consumo *per capita* de água foi de 192,3 L/hab.dia, o índice de perdas é de 37,44% e o atendimento é de 89,15%. Como não se tem estas informações específicas para a sede e os distritos, serão utilizados os mesmos dados para ambos.

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, distrito de Lagoinha de Fora e distrito de Lapinha (Quadro 5, Quadro 6 e Quadro 7).



Quadro 5 - 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)
2018	58.579	89,15	52.223	192,3	37,44	307	16.052,62	19.263,14	6.421,05
2019	60.278	89,15	53.738	192,3	37,44	307	16.518,20	19.821,84	6.607,28
2020	62.014	89,15	55.285	192,3	37,44	307	16.993,92	20.392,71	6.797,57
2021	63.781	89,15	56.861	192,3	37,44	307	17.478,14	20.973,77	6.991,26
2022	65.584	89,15	58.468	192,3	37,44	307	17.972,22	21.566,67	7.188,89
2023	67.414	89,15	60.100	192,3	37,44	307	18.473,70	22.168,45	7.389,48
2024	69.275	89,15	61.759	192,3	37,44	307	18.983,68	22.780,42	7.593,47
2025	71.159	89,15	63.438	192,3	37,44	307	19.499,96	23.399,95	7.799,98
2026	73.077	89,15	65.148	192,3	37,44	307	20.025,56	24.030,67	8.010,22
2027	75.017	89,15	66.878	192,3	37,44	307	20.557,18	24.668,62	8.222,87
2028	76.974	89,15	68.622	192,3	37,44	307	21.093,47	25.312,16	8.437,39
2029	78.963	89,15	70.396	192,3	37,44	307	21.638,52	25.966,22	8.655,41
2030	80.953	89,15	72.170	192,3	37,44	307	22.183,85	26.620,62	8.873,54
2031	82.979	89,15	73.976	192,3	37,44	307	22.739,04	27.286,85	9.095,62
2032	85.036	89,15	75.810	192,3	37,44	307	23.302,73	27.963,27	9.321,09
2033	87.108	89,15	77.657	192,3	37,44	307	23.870,52	28.644,63	9.548,21
2034	89.184	89,15	79.508	192,3	37,44	307	24.439,42	29.327,30	9.775,77
2035	91.263	89,15	81.361	192,3	37,44	307	25.009,13	30.010,96	10.003,65
2036	93.337	89,15	83.210	192,3	37,44	307	25.577,48	30.692,97	10.230,99
2037	95.473	89,15	85.114	192,3	37,44	307	26.162,81	31.395,38	10.465,13
2038	97.565	89,15	86.979	192,3	37,44	307	26.736,09	32.083,31	10.694,44
2039	99.541	89,15	88.741	192,3	37,44	307	27.277,58	32.733,10	10.911,03

Fonte: SHS, 2018.



Quadro 6 - Projeção da demanda futura para Lagoinha de Fora 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)
2018	687	89,15	612	192,3	37,44	307	188,26	225,91	75,30
2019	703	89,15	627	192,3	37,44	307	192,65	231,17	77,06
2020	721	89,15	643	192,3	37,44	307	197,58	237,09	79,03
2021	737	89,15	657	192,3	37,44	307	201,96	242,36	80,79
2022	761	89,15	678	192,3	37,44	307	208,54	250,25	83,42
2023	775	89,15	691	192,3	37,44	307	212,38	254,85	84,95
2024	795	89,15	709	192,3	37,44	307	217,86	261,43	87,14
2025	810	89,15	722	192,3	37,44	307	221,97	266,36	88,79
2026	831	89,15	741	192,3	37,44	307	227,72	273,27	91,09
2027	851	89,15	759	192,3	37,44	307	233,20	279,84	93,28
2028	864	89,15	770	192,3	37,44	307	236,77	284,12	94,71
2029	885	89,15	789	192,3	37,44	307	242,52	291,02	97,01
2030	902	89,15	804	192,3	37,44	307	247,18	296,61	98,87
2031	928	89,15	827	192,3	37,44	307	254,30	305,16	101,72
2032	955	89,15	851	192,3	37,44	307	261,70	314,04	104,68
2033	975	89,15	869	192,3	37,44	307	267,18	320,62	106,87
2034	985	89,15	878	192,3	37,44	307	269,92	323,91	107,97
2035	1.008	89,15	899	192,3	37,44	307	276,23	331,47	110,49
2036	1.033	89,15	921	192,3	37,44	307	283,08	339,69	113,23
2037	1.051	89,15	937	192,3	37,44	307	288,01	345,61	115,20
2038	1.078	89,15	961	192,3	37,44	307	295,41	354,49	118,16
2039	1.098	89,15	979	192,3	37,44	307	300,89	361,07	120,36

Fonte: SHS, 2018.



Quadro 7 - Projeção da demanda futura para Lapinha 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)
2018	3.544	89,15	3.159	192,3	37,44	307	971,18	1.165,41	388,47
2019	3.594	89,15	3.204	192,3	37,44	307	984,88	1.181,85	393,95
2020	3.639	89,15	3.244	192,3	37,44	307	997,21	1.196,65	398,88
2021	3.680	89,15	3.281	192,3	37,44	307	1.008,44	1.210,13	403,38
2022	3.726	89,15	3.322	192,3	37,44	307	1.021,05	1.225,26	408,42
2023	3.772	89,15	3.363	192,3	37,44	307	1.033,65	1.240,39	413,46
2024	3.818	89,15	3.404	192,3	37,44	307	1.046,26	1.255,51	418,50
2025	3.865	89,15	3.446	192,3	37,44	307	1.059,14	1.270,97	423,66
2026	3.910	89,15	3.486	192,3	37,44	307	1.071,47	1.285,77	428,59
2027	3.954	89,15	3.525	192,3	37,44	307	1.083,53	1.300,23	433,41
2028	4.000	89,15	3.566	192,3	37,44	307	1.096,13	1.315,36	438,45
2029	4.042	89,15	3.603	192,3	37,44	307	1.107,64	1.329,17	443,06
2030	4.090	89,15	3.646	192,3	37,44	307	1.120,80	1.344,96	448,32
2031	4.135	89,15	3.686	192,3	37,44	307	1.133,13	1.359,75	453,25
2032	4.183	89,15	3.729	192,3	37,44	307	1.146,28	1.375,54	458,51
2033	4.231	89,15	3.772	192,3	37,44	307	1.159,44	1.391,32	463,77
2034	4.271	89,15	3.808	192,3	37,44	307	1.170,40	1.404,48	468,16
2035	4.318	89,15	3.849	192,3	37,44	307	1.183,28	1.419,93	473,31
2036	4.352	89,15	3.880	192,3	37,44	307	1.192,59	1.431,11	477,04
2037	4.394	89,15	3.917	192,3	37,44	307	1.204,10	1.444,92	481,64
2038	4.428	89,15	3.948	192,3	37,44	307	1.213,42	1.456,11	485,37
2039	4.457	89,15	3.973	192,3	37,44	307	1.221,37	1.465,64	488,55

Fonte: SHS, 2018.



Uma vez 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.

Sendo assim, para a sede e para Lagoinha de Fora, foram considerados: os valores da capacidade de tratamento da ETA da Várzea (22 L/s), ETA Lagoa Mansões (17L/s), ETA Vila Maria (20L/s), ETA Confins (130 L/s) e Sistema Interligado (120 L/s), com funcionamento de 24 h/dia. Para Lapinha considerou-se a capacidade da ETA Lapinha (7 L/s) com funcionamento de 24 h/dia e o poço C-03 que atende diretamente à rede, com 1,6 L/s. A partir desses valores, realizou-se o balanço da oferta e demanda do sistema de abastecimento de água, de acordo com as projeções populacionais analisadas. No Quadro 8, no Quadro 9 e no Quadro 10 são apresentados os resultados do balanço da sede e distritos.

Quadro 8 - Balanço da oferta e demanda do SAA para a sede 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
2018	52.223	26.697,60	16.052,62	10.644,98	6.421,05	5.860
2019	53.738	26.697,60	16.518,20	10.179,40	6.607,28	5.860
2020	55.285	26.697,60	16.993,92	9.703,68	6.797,57	5.860
2021	56.861	26.697,60	17.478,14	9.219,46	6.991,26	5.860
2022	58.468	26.697,60	17.972,22	8.725,38	7.188,89	5.860
2023	60.100	26.697,60	18.473,70	8.223,90	7.389,48	5.860
2024	61.759	26.697,60	18.983,68	7.713,92	7.593,47	5.860
2025	63.438	26.697,60	19.499,96	7.197,64	7.799,98	5.860
2026	65.148	26.697,60	20.025,56	6.672,04	8.010,22	5.860
2027	66.878	26.697,60	20.557,18	6.140,42	8.222,87	5.860
2028	68.622	26.697,60	21.093,47	5.604,13	8.437,39	5.860
2029	70.396	26.697,60	21.638,52	5.059,08	8.655,41	5.860
2030	72.170	26.697,60	22.183,85	4.513,75	8.873,54	5.860



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
2031	73.976	26.697,60	22.739,04	3.958,56	9.095,62	5.860
2032	75.810	26.697,60	23.302,73	3.394,87	9.321,09	5.860
2033	77.657	26.697,60	23.870,52	2.827,08	9.548,21	5.860
2034	79.508	26.697,60	24.439,42	2.258,18	9.775,77	5.860
2035	81.361	26.697,60	25.009,13	1.688,47	10.003,65	5.860
2036	83.210	26.697,60	25.577,48	1.120,12	10.230,99	5.860
2037	85.114	26.697,60	26.162,81	534,79	10.465,13	5.860
2038	86.979	26.697,60	26.736,09	-38,49	10.694,44	5.860
2039	88.741	26.697,60	27.277,58	-579,98	10.911,03	5.860

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 9 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Lagoinha de Fora 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
2018	612	10644,98	188,26	10456,72	75,30	0
2019	627	10179,40	192,65	9986,75	77,06	0
2020	643	9703,68	197,58	9506,10	79,03	0
2021	657	9219,46	201,96	9017,50	80,79	0
2022	678	8725,38	208,54	8516,84	83,42	0
2023	691	8223,90	212,38	8011,52	84,95	0
2024	709	7713,92	217,86	7496,06	87,14	0
2025	722	7197,64	221,97	6975,67	88,79	0
2026	741	6672,04	227,72	6444,32	91,09	0
2027	759	6140,42	233,20	5907,22	93,28	0



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
2028	770	5604,13	236,77	5367,37	94,71	0
2029	789	5059,08	242,52	4816,56	97,01	0
2030	804	4513,75	247,18	4266,58	98,87	0
2031	827	3958,56	254,30	3704,26	101,72	0
2032	851	3394,87	261,70	3133,17	104,68	0
2033	869	2827,08	267,18	2559,89	106,87	0
2034	878	2258,18	269,92	1988,26	107,97	0
2035	899	1688,47	276,23	1412,24	110,49	0
2036	921	1120,12	283,08	837,04	113,23	0
2037	937	534,79	288,01	246,78	115,20	0
2038	961	-38,49	295,41	-333,90	118,16	0
2039	979	-579,98	300,89	-880,87	120,36	0

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 10 - Balanço da oferta e demanda do SAA para a Lapinha 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
2018	3.159	743,04	971,18	-228,14	388,47	140
2019	3.204	743,04	984,88	-241,84	393,95	140
2020	3.244	743,04	997,21	-254,17	398,88	140
2021	3.281	743,04	1008,44	-265,40	403,38	140
2022	3.322	743,04	1021,05	-278,01	408,42	140
2023	3.363	743,04	1033,65	-290,61	413,46	140
2024	3.404	743,04	1046,26	-303,22	418,50	140
2025	3.446	743,04	1059,14	-316,10	423,66	140



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
2026	3.486	743,04	1071,47	-328,43	428,59	140
2027	3.525	743,04	1083,53	-340,49	433,41	140
2028	3.566	743,04	1096,13	-353,09	438,45	140
2029	3.603	743,04	1107,64	-364,60	443,06	140
2030	3.646	743,04	1120,80	-377,76	448,32	140
2031	3.686	743,04	1133,13	-390,09	453,25	140
2032	3.729	743,04	1146,28	-403,24	458,51	140
2033	3.772	743,04	1159,44	-416,40	463,77	140
2034	3.808	743,04	1170,40	-427,36	468,16	140
2035	3.849	743,04	1183,28	-440,24	473,31	140
2036	3.880	743,04	1192,59	-449,55	477,04	140
2037	3.917	743,04	1204,10	-461,06	481,64	140
2038	3.948	743,04	1213,42	-470,38	485,37	140
2039	3.973	743,04	1221,37	-478,33	488,55	140

Fonte: SHS, 2018.

Os resultados apontam que as ETAs e os poços em funcionamento para a sede e Lagoinha de Fora apresentam capacidade suficiente para atender às demandas atuais e às futuras, até 2037. Já na Lapinha o sistema não tem capacidade para atender às demandas atuais nem futuras. Ressalta-se, porém, que o consumo médio per capita utilizado foi o valor médio do município, sendo assim, a demanda específica para este distrito pode ser menor ou maior.

Com relação à capacidade total de reservação atual, este parâmetro mostrou-se insuficiente para o ideal funcionamento do sistema durante o horizonte de planejamento da sede e da Lapinha. Além disso, não há reservatório para o



atendimento de Lagoinha de Fora. Seria importante a implantação de um reservatório de 120 m³ para o ideal funcionamento do sistema deste último distrito.

Verifica-se que em toda a área urbana do município, o consumo *per capita* está acima do consumo médio do país (166L/hab.dia). Segundo Von Sperling (2014), no entanto, em municípios com população entre até 50 mil a 250 mil habitantes, o consumo *per capita* está em uma faixa de 120 e 220L/hab.dia. Sendo assim, considerou-se que, paralelamente às ações de educação ambiental e uso racional da água, haverá a diminuição do consumo de água até o valor médio de 170L/hab.dia.

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

- Curto prazo – Atingir atendimento de 100% da área urbana de forma ininterrupta (sede e distritos) e índice de perdas igual a 30% (até 4 anos).
- Médio prazo – Atingir índice de perdas igual a 25% (de 4 a 8 anos).
- Longo prazo – Atingir índice de perdas igual a 20% (de 8 a 20 anos).

Ressalta-se que o mínimo estabelecido para o Índice de Perdas é 20%, pois é plausível. 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 os distritos (Quadro 11, Quadro 12 e Quadro 13).



Quadro 11 - 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)
2018	58.579	89,15	52.223	192,3	37,44	307	16.052,62	19.263,14	6.421,05
2019	60.278	89,15	53.738	192,3	37,44	307	16.518,20	19.821,84	6.607,28
2020	62.014	91,86	56.968	191,2	35,58	297	16.906,79	20.288,15	6.762,72
2021	63.781	94,58	60.321	190,1	33,72	287	17.298,11	20.757,74	6.919,25
2022	65.584	97,29	63.805	189,0	31,86	277	17.693,40	21.232,08	7.077,36
2023	67.414	100,00	67.414	187,8	30,00	268	18.090,07	21.708,08	7.236,03
2024	69.275	100,00	69.275	186,7	28,75	262	18.154,91	21.785,89	7.261,96
2025	71.159	100,00	71.159	185,6	27,50	256	18.217,69	21.861,22	7.287,07
2026	73.077	100,00	73.077	184,5	26,25	250	18.281,14	21.937,37	7.312,46
2027	75.017	100,00	75.017	183,4	25,00	245	18.342,16	22.010,59	7.336,86
2028	76.974	100,00	76.974	182,3	24,58	242	18.602,87	22.323,45	7.441,15
2029	78.963	100,00	78.963	181,2	24,17	239	18.862,61	22.635,13	7.545,04
2030	80.953	100,00	80.953	180,0	23,75	236	19.113,93	22.936,72	7.645,57
2031	82.979	100,00	82.979	178,9	23,33	233	19.365,13	23.238,16	7.746,05
2032	85.036	100,00	85.036	177,8	22,92	231	19.614,91	23.537,89	7.845,96
2033	87.108	100,00	87.108	176,7	22,50	228	19.859,50	23.831,40	7.943,80
2034	89.184	100,00	89.184	175,6	22,08	225	20.096,45	24.115,74	8.038,58
2035	91.263	100,00	91.263	174,5	21,67	223	20.325,63	24.390,76	8.130,25
2036	93.337	100,00	93.337	173,3	21,25	220	20.545,40	24.654,48	8.218,16
2037	95.473	100,00	95.473	172,2	20,83	218	20.770,50	24.924,60	8.308,20
2038	97.565	100,00	97.565	171,1	20,42	215	20.977,80	25.173,36	8.391,12
2039	99.541	100,00	99.541	170,0	20,00	213	21.152,46	25.382,96	8.460,99

Fonte: SHS, 2018.



Quadro 12 - Projeção da demanda futura para Lagoa de Fora 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)
2018	687	89,15	612	192,3	37,44	307	188,26	225,91	75,30
2019	703	89,15	627	192,3	37,44	307	192,65	231,17	77,06
2020	721	91,86	662	191,2	35,58	297	196,57	235,88	78,63
2021	737	94,58	697	190,1	33,72	287	199,88	239,86	79,95
2022	761	97,29	740	189,0	31,86	277	205,30	246,37	82,12
2023	775	100,00	775	187,8	30,00	268	207,97	249,56	83,19
2024	795	100,00	795	186,7	28,75	262	208,35	250,01	83,34
2025	810	100,00	810	185,6	27,50	256	207,37	248,85	82,95
2026	831	100,00	831	184,5	26,25	250	207,89	249,46	83,15
2027	851	100,00	851	183,4	25,00	245	208,08	249,69	83,23
2028	864	100,00	864	182,3	24,58	242	208,81	250,57	83,52
2029	885	100,00	885	181,2	24,17	239	211,41	253,69	84,56
2030	902	100,00	902	180,0	23,75	236	212,97	255,57	85,19
2031	928	100,00	928	178,9	23,33	233	216,57	259,89	86,63
2032	955	100,00	955	177,8	22,92	231	220,29	264,34	88,11
2033	975	100,00	975	176,7	22,50	228	222,29	266,74	88,91
2034	985	100,00	985	175,6	22,08	225	221,96	266,35	88,78
2035	1.008	100,00	1.008	174,5	21,67	223	224,50	269,40	89,80
2036	1.033	100,00	1.033	173,3	21,25	220	227,38	272,86	90,95
2037	1.051	100,00	1.051	172,2	20,83	218	228,65	274,38	91,46
2038	1.078	100,00	1.078	171,1	20,42	215	231,78	278,14	92,71
2039	1.098	100,00	1.098	170,0	20,00	213	233,33	279,99	93,33

Fonte: SHS, 2018.



Quadro 13 - Projeção da demanda futura para Lapinha 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)
2018	3.544	89,15	3.159	192,3	37,44	307	971,18	1.165,41	388,47
2019	3.594	89,15	3.204	192,3	37,44	307	984,88	1.181,85	393,95
2020	3.639	91,86	3.343	191,2	35,58	297	992,10	1.190,51	396,84
2021	3.680	94,58	3.480	190,1	33,72	287	998,06	1.197,67	399,22
2022	3.726	97,29	3.625	189,0	31,86	277	1.005,21	1.206,25	402,08
2023	3.772	100,00	3.772	187,8	30,00	268	1.012,19	1.214,63	404,88
2024	3.818	100,00	3.818	186,7	28,75	262	1.000,58	1.200,70	400,23
2025	3.865	100,00	3.865	185,6	27,50	256	989,49	1.187,39	395,80
2026	3.910	100,00	3.910	184,5	26,25	250	978,14	1.173,76	391,25
2027	3.954	100,00	3.954	183,4	25,00	245	966,78	1.160,14	386,71
2028	4.000	100,00	4.000	182,3	24,58	242	966,71	1.160,05	386,68
2029	4.042	100,00	4.042	181,2	24,17	239	965,55	1.158,66	386,22
2030	4.090	100,00	4.090	180,0	23,75	236	965,70	1.158,84	386,28
2031	4.135	100,00	4.135	178,9	23,33	233	965,00	1.158,00	386,00
2032	4.183	100,00	4.183	177,8	22,92	231	964,88	1.157,85	385,95
2033	4.231	100,00	4.231	176,7	22,50	228	964,61	1.157,54	385,85
2034	4.271	100,00	4.271	175,6	22,08	225	962,41	1.154,90	384,97
2035	4.318	100,00	4.318	174,5	21,67	223	961,68	1.154,02	384,67
2036	4.352	100,00	4.352	173,3	21,25	220	957,97	1.149,56	383,19
2037	4.394	100,00	4.394	172,2	20,83	218	955,93	1.147,12	382,37
2038	4.428	100,00	4.428	171,1	20,42	215	952,08	1.142,50	380,83
2039	4.457	100,00	4.457	170,0	20,00	213	947,11	1.136,54	378,85

Fonte: SHS, 2018.



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 14, Quadro 15 e Quadro 16).

Quadro 14 - Balanço da oferta e demanda do SAA para a sede no cenário normativo

Ano	População urbana atendida (hab.)	Oferta de água (m ³ /d)	Demanda de água (m ³ /d)	Saldo do Balanço (m ³ /d)	Demanda por reservação (m ³)	Reservação atual (m ³)
2018	52.223	26.697,60	16.052,62	10.644,98	6.421,05	5.860
2019	53.738	26.697,60	16.518,20	10.179,40	6.607,28	5.860
2020	56.968	26.697,60	16.906,79	9.790,81	6.762,72	5.860
2021	60.321	26.697,60	17.298,11	9.399,49	6.919,25	5.860
2022	63.805	26.697,60	17.693,40	9.004,20	7.077,36	5.860
2023	67.414	26.697,60	18.090,07	8.607,53	7.236,03	5.860
2024	69.275	26.697,60	18.154,91	8.542,69	7.261,96	5.860
2025	71.159	26.697,60	18.217,69	8.479,91	7.287,07	5.860
2026	73.077	26.697,60	18.281,14	8.416,46	7.312,46	5.860
2027	75.017	26.697,60	18.342,16	8.355,44	7.336,86	5.860
2028	76.974	26.697,60	18.602,87	8.094,73	7.441,15	5.860
2029	78.963	26.697,60	18.862,61	7.834,99	7.545,04	5.860
2030	80.953	26.697,60	19.113,93	7.583,67	7.645,57	5.860
2031	82.979	26.697,60	19.365,13	7.332,47	7.746,05	5.860
2032	85.036	26.697,60	19.614,91	7.082,69	7.845,96	5.860
2033	87.108	26.697,60	19.859,50	6.838,10	7.943,80	5.860
2034	89.184	26.697,60	20.096,45	6.601,15	8.038,58	5.860
2035	91.263	26.697,60	20.325,63	6.371,97	8.130,25	5.860
2036	93.337	26.697,60	20.545,40	6.152,20	8.218,16	5.860
2037	95.473	26.697,60	20.770,50	5.927,10	8.308,20	5.860
2038	97.565	26.697,60	20.977,80	5.719,80	8.391,12	5.860
2039	99.541	26.697,60	21.152,46	5.545,14	8.460,99	5.860

Fonte: SHS, 2018.



Quadro 15 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Lagoinha de Fora 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)	Reservação atual (m³)
2018	612	10644,98	188,26	10456,72	75,30	0
2019	627	10179,40	192,65	9986,75	77,06	0
2020	662	9790,81	196,57	9594,25	78,63	0
2021	697	9399,49	199,88	9199,60	79,95	0
2022	740	9004,20	205,30	8798,90	82,12	0
2023	775	8607,53	207,97	8399,57	83,19	0
2024	795	8542,69	208,35	8334,34	83,34	0
2025	810	8479,91	207,37	8272,54	82,95	0
2026	831	8416,46	207,89	8208,57	83,15	0
2027	851	8355,44	208,08	8147,37	83,23	0
2028	864	8094,73	208,81	7885,92	83,52	0
2029	885	7834,99	211,41	7623,58	84,56	0
2030	902	7583,67	212,97	7370,70	85,19	0
2031	928	7332,47	216,57	7115,90	86,63	0
2032	955	7082,69	220,29	6862,40	88,11	0
2033	975	6838,10	222,29	6615,81	88,91	0
2034	985	6601,15	221,96	6379,20	88,78	0
2035	1.008	6371,97	224,50	6147,47	89,80	0
2036	1.033	6152,20	227,38	5924,82	90,95	0
2037	1.051	5927,10	228,65	5698,45	91,46	0
2038	1.078	5719,80	231,78	5488,01	92,71	0
2039	1.098	5545,14	233,33	5311,81	93,33	0

Fonte: SHS, 2018.



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

Ano	População urbana atendida (hab.)	Oferta de água (m ³ /d)	Demanda de água (m ³ /d)	Saldo do Balanço (m ³ /d)	Demanda por reservação (m ³)	Reservação atual (m ³)
2018	3.159	743,04	971,18	-228,14	388,47	140
2019	3.204	743,04	984,88	-241,84	393,95	140
2020	3.343	743,04	992,10	-249,06	396,84	140
2021	3.480	743,04	998,06	-255,02	399,22	140
2022	3.625	743,04	1005,21	-262,17	402,08	140
2023	3.772	743,04	1012,19	-269,15	404,88	140
2024	3.818	743,04	1000,58	-257,54	400,23	140
2025	3.865	743,04	989,49	-246,45	395,80	140
2026	3.910	743,04	978,14	-235,10	391,25	140
2027	3.954	743,04	966,78	-223,74	386,71	140
2028	4.000	743,04	966,71	-223,67	386,68	140
2029	4.042	743,04	965,55	-222,51	386,22	140
2030	4.090	743,04	965,70	-222,66	386,28	140
2031	4.135	743,04	965,00	-221,96	386,00	140
2032	4.183	743,04	964,88	-221,84	385,95	140
2033	4.231	743,04	964,61	-221,57	385,85	140
2034	4.271	743,04	962,41	-219,37	384,97	140
2035	4.318	743,04	961,68	-218,64	384,67	140
2036	4.352	743,04	957,97	-214,93	383,19	140
2037	4.394	743,04	955,93	-212,89	382,37	140
2038	4.428	743,04	952,08	-209,04	380,83	140
2039	4.457	743,04	947,11	-204,07	378,85	140

Fonte: SHS, 2018.



Neste novo cenário, foi verificado um aumento no saldo entre a oferta e a demanda de água, e que as ETAs e poços utilizados atualmente apresentam capacidade para suprir as demandas futuras de água da sede e de Lagoinha de Fora em todo o horizonte de planejamento. Já na Lapinha o sistema continua a não ter capacidade para atender às demandas atuais, nem futuras. Entretanto, deve-se apresentar a ressalva de que esse saldo negativo obtido no distrito Lapinha tenha ocorrido devido à adoção, nesta avaliação, do mesmo *consumo médio per capita* atribuído ao município como um todo. Considerando-se o fato de que o sistema atual consegue atender à população do distrito, fica a possibilidade de o consumo médio do distrito ser menor que o valor adotado nos cálculos.

Apesar da demanda por reservação ter diminuído neste novo cenário, a capacidade total de reservação atual ainda se mostrou insuficiente para o funcionamento ideal de todos os sistemas durante o horizonte de planejamento. Sendo que para a sede necessita-se de um aumento na reservação em aproximadamente 2.600m³, para a Lapinha mais 160m³ e o distrito de Lagoinha de Fora apresentou a necessidade de implantação de um reservatório de 100 m³ para o ideal funcionamento do sistema.

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

3.1.2.1. Sede

Atualmente, a captação de água da sede é realizada em manancial subterrâneo. 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. Entretanto, no município de Lagoa Santa, o manancial subterrâneo já está bem explorado e a fragilidade encontrada recai mais sobre a



qualidade da água que sobre a quantidade. Por isso, propõe-se que seja estudada a possibilidade de captação superficial, com o intuito de verificar duas possibilidades:

- 1º. A de se adotar novas captações superficiais como reservas a serem utilizadas apenas em casos de emergências ou de contingências (reparos, etc.), mantendo-se a utilização rotineira das captações subterrâneas e do sistema interligado.
- 2º. Caso os testes de qualidade e quantidade das captações superficiais a serem estudadas forem favoráveis, além de se verificar sua viabilidade técnica e econômica, empreender a substituição das captações subterrâneas atualmente praticadas por aquelas superficiais, mantendo o sistema subterrâneo apenas como reserva para casos emergenciais e contingenciais.

O presente PMSB vem avaliar a possibilidade de se adotar a captação de água em um manancial superficial alternativo, que seja adequado para o abastecimento do distrito sede de Lagoa Santa. Para tanto, foram considerados os seguintes critérios:

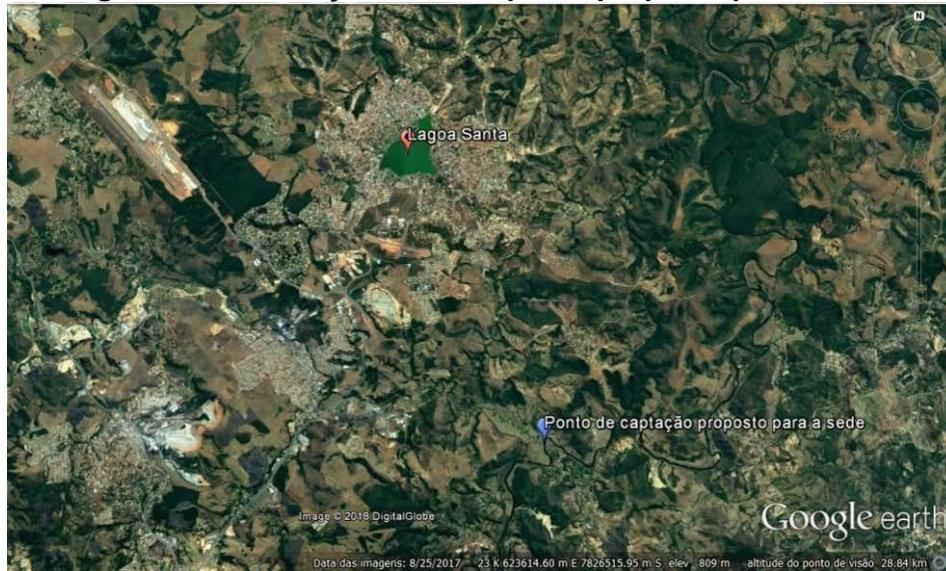
- Proximidade com a sede: o manancial deve se localizar o mais próximo possível do local a ser abastecido, para que os gastos com o sistema de adução sejam reduzidos, o que também implicaria numa diminuição da perda de água ao longo do sistema adutor.
- Disponibilidade hídrica: a vazão outorgável calculada 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:
 - A mata ciliar do ponto de captação deve estar bem conservada, para garantir uma melhor qualidade da água do manancial.
 - O manancial alternativo não deve receber esgotos ou efluentes de indústrias no ponto de captação de água para abastecimento humano.

Tendo em vista esses critérios, foi selecionado um ponto de captação no Rio das Velhas. A localização do ponto de captação sugerido é mostrada na Figura 2 e na



Figura 3.

Figura 2 - Localização do novo ponto proposto para a sede



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018.

Figura 3 - Visão panorâmica do local proposto para a sede



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018.

O local mostrado nas figuras fica a 11km de distância em linha reta da ETA Confins que tem área para ampliação e, assim, será preciso verificar as possibilidades de adução ao longo desses 11km até a ETA.

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 $Q_{7,10}$.

O Quadro 17 apresenta dados referentes ao manancial, os quais foram obtidos no Atlas Digital das Águas de Minas, 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 18.

Quadro 17 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para a sede

Manancial	Coordenadas UTM - Pontos avaliados		Área da bacia de contribuição (km ²)	Vazões (L/s)	
	Sul	Leste		$Q_{7,10}$	$Q_{outorgável}$
Rio das Velhas	7.820.130 m	619.595 m	3,6773	3.201,3	1.600,65

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 18 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para a sede e a demanda futura

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda no cenário previsível (L/s)	Demanda no cenário normativo (L/s)
	Rio das Velhas		
2018	1.600,65	185,8	185,8
2019	1.600,65	191,2	191,2
2020	1.600,65	196,7	195,7
2021	1.600,65	202,3	200,2
2022	1.600,65	208,0	204,8
2023	1.600,65	213,8	209,4
2024	1.600,65	219,7	210,1
2025	1.600,65	225,7	210,9
2026	1.600,65	231,8	211,6
2027	1.600,65	237,9	212,3
2028	1.600,65	244,1	215,3
2029	1.600,65	250,4	218,3



Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda no cenário previsível (L/s)	Demanda no cenário normativo (L/s)
	Rio das Velhas		
2030	1.600,65	256,8	221,2
2031	1.600,65	263,2	224,1
2032	1.600,65	269,7	227,0
2033	1.600,65	276,3	229,9
2034	1.600,65	282,9	232,6
2035	1.600,65	289,5	235,3
2036	1.600,65	296,0	237,8
2037	1.600,65	302,8	240,4
2038	1.600,65	309,4	242,8
2039	1.600,65	315,7	244,8

Fonte: SHS, 2018.

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. O Rio das Velhas é considerado classe 3 no município, o que o classifica suas águas como adequadas para consumo humano mediante tratamento convencional e/ou avançado. Em relação à quantidade é o único manancial superficial que poderia atender à demanda da sede.

3.1.2.2. Lagoinha de Fora

Atualmente, a água servida no distrito de Lagoinha de Fora vem do sistema da sede, onde a captação de água é realizada em captações subterrâneas. Assim como para a sede, propõe-se que seja estudada a possibilidade de captação superficial, com o intuito de verificar duas possibilidades, quais sejam:

- a de se estabelecer a captação superficial como reserva do sistema da sede, para ser utilizada em casos de emergência ou de contingência (reparos, etc.);
- a criação de sistema isolado para atender ao distrito.



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 que para a sede.

Considerando-se esses critérios, foi selecionado um ponto de captação no Córrego do Moinho. A localização do ponto de captação sugerido é mostrada na Figura 4 e na Figura 5.

Figura 4 - Visão panorâmica do local de captação proposto para Lagoinha de Fora (Córrego do Moinho)



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018.

Figura 5 - Localização do captação de água proposta para Lagoinha de Fora



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018.



O local mostrado nas figuras fica a 2km de distância do centro de Lagoinha de Fora em linha reta e, assim, será preciso verificar as possibilidades de adução de 2km até algum local para construção de ETA próxima à Lagoinha de Fora.

O Quadro 19 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 20.

Quadro 19 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para Lagoinha de Fora

Manancial	Coordenadas UTM - Pontos avaliados		Área da bacia de contribuição (km ²)	Vazões (L/s)	
	Sul	Leste		Q _{7,10}	Q _{outorgável}
Córrego do Moinho	7.821.471 m	622.017 m	5,0028	24,4	12,2

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 20 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para Lagoinha de Fora e a demanda futura

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda no cenário previsível (L/s)	Demanda no cenário normativo (L/s)
	Córrego do Moinho		
2018	12,2	2,2	2,2
2019	12,2	2,2	2,2
2020	12,2	2,3	2,3
2021	12,2	2,3	2,3
2022	12,2	2,4	2,4
2023	12,2	2,5	2,4
2024	12,2	2,5	2,4
2025	12,2	2,6	2,4
2026	12,2	2,6	2,4
2027	12,2	2,7	2,4
2028	12,2	2,7	2,4



Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda no cenário previsível (L/s)	Demanda no cenário normativo (L/s)
	Córrego do Moinho		
2029	12,2	2,8	2,4
2030	12,2	2,9	2,5
2031	12,2	2,9	2,5
2032	12,2	3,0	2,5
2033	12,2	3,1	2,6
2034	12,2	3,1	2,6
2035	12,2	3,2	2,6
2036	12,2	3,3	2,6
2037	12,2	3,3	2,6
2038	12,2	3,4	2,7
2039	12,2	3,5	2,7

Fonte: SHS, 2018.

Como pode ser verificada 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 curso d'água, no ponto em questão, é considerada de classe 2, todavia, existe a necessidade de aferir novamente a qualidade neste ponto, afinal não há monitoramento do IGAM no curso proposto.

3.1.2.3. Lapinha

O SAA de Lapinha realizada captações de água em mananciais subterrâneos. Assim como para os demais distritos, propõe-se que seja estudada a possibilidade de captação superficial, com o intuito de verificar duas possibilidades:

- a de se estabelecer a captação superficial como reserva do sistema da sede, para ser utilizada em casos de emergência ou de contingência (reparos, etc.);

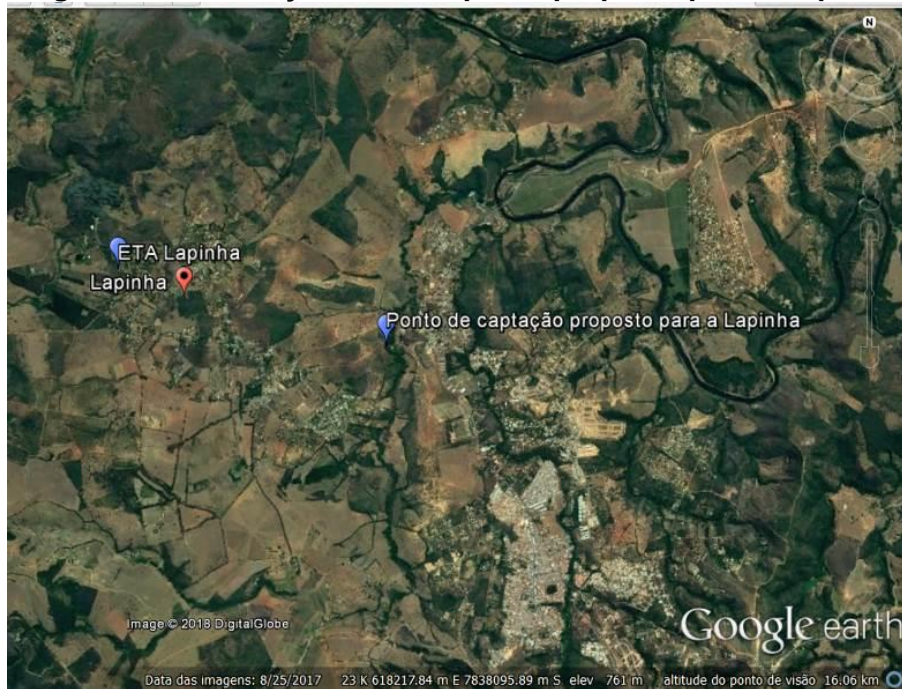


- a de substituição do atual manancial, caso os testes de qualidade e quantidade forem favoráveis, além de verificar viabilidade técnica e econômica.

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 mesmos critérios que para a sede.

Considerando-se esses critérios, foi selecionado um ponto de captação no Córrego do Jaque. A localização do ponto de captação sugerido é mostrada na Figura 6 e na Figura 7.

Figura 6 - Localização do novo ponto proposto para a Lapinha



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018.



Figura 7 - Visão panorâmica do local proposto para a Lapinha



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018.

O local mostrado nas figuras fica a 3,5km de distância da ETA em linha reta e, assim, será preciso verificar as possibilidades de adução de 3,5km até a ETA e ampliação da mesma.

O Quadro 21 apresenta dados referentes ao manancial, os quais foram obtidos no Atlas Digital das Águas de Minas, 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 22.

Quadro 21 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para a Lapinha

Manancial	Coordenadas UTM - Pontos avaliados		Área da bacia de contribuição (km ²)	Vazões (L/s)	
	Sul	Leste		Q _{7,10}	Q _{outorgável}
Córrego do Jaque	7.835.116 m	612.753 m	8,89	42,4	21,2

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 22 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para a Lapinha e a demanda futura

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda no cenário previsível (L/s)	Demanda no cenário normativo (L/s)
	Córrego do Jaque		
2018	21,2	11,2	11,2
2019	21,2	11,4	11,4



Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda no cenário previsível (L/s)	Demanda no cenário normativo (L/s)
	Córrego do Jaque		
2020	21,2	11,5	11,5
2021	21,2	11,7	11,6
2022	21,2	11,8	11,6
2023	21,2	12,0	11,7
2024	21,2	12,1	11,6
2025	21,2	12,3	11,5
2026	21,2	12,4	11,3
2027	21,2	12,5	11,2
2028	21,2	12,7	11,2
2029	21,2	12,8	11,2
2030	21,2	13,0	11,2
2031	21,2	13,1	11,2
2032	21,2	13,3	11,2
2033	21,2	13,4	11,2
2034	21,2	13,5	11,1
2035	21,2	13,7	11,1
2036	21,2	13,8	11,1
2037	21,2	13,9	11,1
2038	21,2	14,0	11,0
2039	21,2	14,1	11,0

Fonte: SHS, 2018.

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, todavia, existe a necessidade de aferir novamente a qualidade neste ponto, uma vez que não há monitoramento do IGAM no curso proposto.

3.1.2.4. 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 8 ilustra esquematicamente como se dá esse processo de cloração.

Figura 8 - 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,

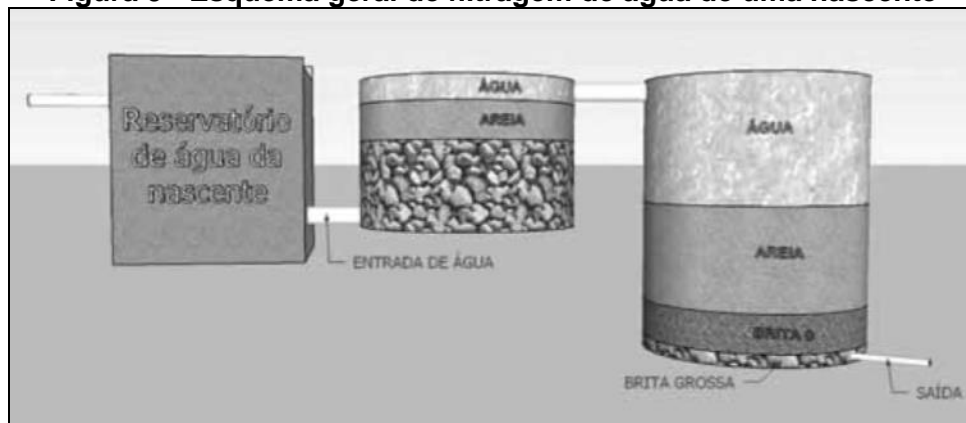
filtração lenta e cloração. A EMATER-MG fornece informações mais detalhadas sobre esse método de tratamento de água.

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 9 mostra o esquema completo do sistema de filtração descrito.

Figura 9 - 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 conseqüentemente não causar danos à saúde da população abastecida. Para a aplicação do cloro, pode-se instalar a estrutura do *Clorador EMBRAPA* apresentado na Figura 8.



3.2. Sistema de Esgotamento Sanitário

3.2.1. 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 2019 a 2039 – foram consideradas as projeções populacionais para esse período, 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 horária ($Qd_{máxh}$):

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

Equação 5

Vazão máxima diária ($Qd_{máxd}$):

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

Equação 4

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, com a estimativa do comprimento da rede de esgotos e com 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, por meio das equações apresentadas a seguir (Equação 8, Equação 9, Equação 10 e Equação 11).

Vazão média ($Q_{s\text{méd}}$):

$$Q_{s\text{méd}} = Q_{d\text{méd}} + Q_{inf}$$

Equação 8

Vazão máxima horária ($Q_{s\text{máxh}}$):

$$Q_{s\text{máxh}} = Q_{d\text{máxh}} + Q_{inf}$$

Equação 10

Vazão máxima diária ($Q_{s\text{máxd}}$):

$$Q_{s\text{máxd}} = Q_{d\text{máxd}} + Q_{inf}$$

Equação 9

Vazão mínima ($Q_{d\text{min}}$):

$$Q_{s\text{min}} = Q_{d\text{min}} + Q_{inf}$$

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 do município.

Segundo dados fornecidos pelo Portal de Informações da COPASA, o consumo médio *per capita* de água era 192,30 L/hab.dia, em 2017. Adotando-se os coeficientes $C = 0,8$; $k_1 = 1,2$; $k_2 = 1,5$; e $k_3 = 0,5$ e com base na projeção da população apresentada do *Produto 2 – Diagnóstico da Situação do Saneamento Básico* no item 6.7 para ser atendida pelo sistema de esgotamento sanitário, foram calculadas as



vazões de esgotos domésticos. Com relação ao índice de atendimento, foi utilizado o valor de 43,85 %. Devido ao fato de o Portal de Informações da COPASA apresentar dados referentes ao município todo, as informações foram utilizadas igualmente para a sede e os distritos.

Do Quadro 23 ao Quadro 25 são apresentados os resultados obtidos para o município de Lagoa Santa e seus distritos, Lagoinha de Fora e Lapinha, respectivamente.

Quadro 23 - Evolução da vazão de esgoto doméstico da sede do município de Lagoa Santa 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
2018	58.579	42,67	24.996	192,30	22,25	44,51	53,41	80,11
2019	60.278	42,67	25.721	192,30	22,90	45,80	54,96	82,43
2020	62.014	42,67	26.461	192,30	23,56	47,12	56,54	84,81
2021	63.781	42,67	27.215	192,30	24,23	48,46	58,15	87,23
2022	65.584	42,67	27.985	192,30	24,91	49,83	59,79	89,69
2023	67.414	42,67	28.766	192,30	25,61	51,22	61,46	92,19
2024	69.275	42,67	29.560	192,30	26,32	52,63	63,16	94,74
2025	71.159	42,67	30.364	192,30	27,03	54,06	64,88	97,32
2026	73.077	42,67	31.182	192,30	27,76	55,52	66,63	99,94
2027	75.017	42,67	32.010	192,30	28,50	57,00	68,39	102,59
2028	76.974	42,67	32.845	192,30	29,24	58,48	70,18	105,27
2029	78.963	42,67	33.694	192,30	30,00	59,99	71,99	107,99
2030	80.953	42,67	34.543	192,30	30,75	61,51	73,81	110,71
2031	82.979	42,67	35.407	192,30	31,52	63,04	75,65	113,48
2032	85.036	42,67	36.285	192,30	32,30	64,61	77,53	116,29
2033	87.108	42,67	37.169	192,30	33,09	66,18	79,42	119,13



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
2034	89.184	42,67	38.055	192,30	33,88	67,76	81,31	121,97
2035	91.263	42,67	38.942	192,30	34,67	69,34	83,21	124,81
2036	93.337	42,67	39.827	192,30	35,46	70,91	85,10	127,65
2037	95.473	42,67	40.738	192,30	36,27	72,54	87,04	130,57
2038	97.565	42,67	41.631	192,30	37,06	74,13	88,95	133,43
2039	99.541	42,67	42.474	192,30	37,81	75,63	90,75	136,13

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 24 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Lagoinha de Fora 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
2018	687	42,67	293	192,30	0,26	0,52	0,63	0,94
2019	703	42,67	300	192,30	0,27	0,53	0,64	0,96
2020	721	42,67	308	192,30	0,27	0,55	0,66	0,99
2021	737	42,67	314	192,30	0,28	0,56	0,67	1,01
2022	761	42,67	325	192,30	0,29	0,58	0,69	1,04
2023	775	42,67	331	192,30	0,29	0,59	0,71	1,06
2024	795	42,67	339	192,30	0,30	0,60	0,72	1,09
2025	810	42,67	346	192,30	0,31	0,62	0,74	1,11
2026	831	42,67	355	192,30	0,32	0,63	0,76	1,14
2027	851	42,67	363	192,30	0,32	0,65	0,78	1,16
2028	864	42,67	369	192,30	0,33	0,66	0,79	1,18
2029	885	42,67	378	192,30	0,34	0,67	0,81	1,21



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
2030	902	42,67	385	192,30	0,34	0,69	0,82	1,23
2031	928	42,67	396	192,30	0,35	0,71	0,85	1,27
2032	955	42,67	407	192,30	0,36	0,73	0,87	1,31
2033	975	42,67	416	192,30	0,37	0,74	0,89	1,33
2034	985	42,67	420	192,30	0,37	0,75	0,90	1,35
2035	1.008	42,67	430	192,30	0,38	0,77	0,92	1,38
2036	1.033	42,67	441	192,30	0,39	0,78	0,94	1,41
2037	1.051	42,67	448	192,30	0,40	0,80	0,96	1,44
2038	1.078	42,67	460	192,30	0,41	0,82	0,98	1,47
2039	1.098	42,67	469	192,30	0,42	0,83	1,00	1,50

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 25 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Lapinha 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
2018	3.544	42,67	1.512	192,30	1,35	2,69	3,23	4,85
2019	3.594	42,67	1.534	192,30	1,37	2,73	3,28	4,92
2020	3.639	42,67	1.553	192,30	1,38	2,76	3,32	4,98
2021	3.680	42,67	1.570	192,30	1,40	2,80	3,36	5,03
2022	3.726	42,67	1.590	192,30	1,42	2,83	3,40	5,10
2023	3.772	42,67	1.610	192,30	1,43	2,87	3,44	5,16
2024	3.818	42,67	1.629	192,30	1,45	2,90	3,48	5,22
2025	3.865	42,67	1.649	192,30	1,47	2,94	3,52	5,29
2026	3.910	42,67	1.668	192,30	1,49	2,97	3,56	5,35



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
2027	3.954	42,67	1.687	192,30	1,50	3,00	3,60	5,41
2028	4.000	42,67	1.707	192,30	1,52	3,04	3,65	5,47
2029	4.042	42,67	1.725	192,30	1,54	3,07	3,69	5,53
2030	4.090	42,67	1.745	192,30	1,55	3,11	3,73	5,59
2031	4.135	42,67	1.764	192,30	1,57	3,14	3,77	5,65
2032	4.183	42,67	1.785	192,30	1,59	3,18	3,81	5,72
2033	4.231	42,67	1.805	192,30	1,61	3,21	3,86	5,79
2034	4.271	42,67	1.822	192,30	1,62	3,24	3,89	5,84
2035	4.318	42,67	1.842	192,30	1,64	3,28	3,94	5,91
2036	4.352	42,67	1.857	192,30	1,65	3,31	3,97	5,95
2037	4.394	42,67	1.875	192,30	1,67	3,34	4,01	6,01
2038	4.428	42,67	1.889	192,30	1,68	3,36	4,04	6,06
2039	4.457	42,67	1.902	192,30	1,69	3,39	4,06	6,10

Fonte: SHS, 2018.

Para o cálculo das vazões de infiltração, foi adotada uma taxa de infiltração de 0,2 L/s.km (JORDÃO E PESSÔA, 2005). De acordo com o Portal de Informações da COPASA, em 2017, a extensão da rede existente era igual a 208,03 km e o número de habitantes da área urbana atendida pelo sistema de esgotamento sanitário era de 24.843 habitantes.

A extensão da rede de 208.030 m é distribuída entre a sede e os distritos. Para as estimativas, considerou-se uma proporção que leva em conta a população de cada um dos distritos: para a sede, estimou-se, aproximadamente, 193.822 m de rede; para Lagoinha de Fora, 2.282 m; e para Lapinha, 11.926 m.

Assim, a extensão prevista da rede para cada ano a partir de 2017 foi estimada 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, que serão utilizadas nos cálculos das projeções populacionais.

Do Quadro 26 ao Quadro 28 apresentam-se os resultados obtidos para a sede de Lagoa Santa e para os distritos de Lagoinha de Fora e Lapinha, respectivamente.

Quadro 26 - Evolução da contribuição de infiltração da sede de Lagoa Santa no cenário previsível

Ano	População urbana atendida (hab.)	Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
		Existente	Prevista	Total	Taxa (L/s.km)	Vazão (L/s)
2018	24.996	193.822	2.152	195.973	0,2	39,19
2019	25.721	195.973	2.175	198.148	0,2	39,63
2020	26.461	198.148	2.222	200.371	0,2	40,07
2021	27.215	200.371	2.262	202.633	0,2	40,53
2022	27.985	202.633	2.308	204.941	0,2	40,99
2023	28.766	204.941	2.343	207.283	0,2	41,46
2024	29.560	207.283	2.382	209.665	0,2	41,93
2025	30.364	209.665	2.412	212.077	0,2	42,42
2026	31.182	212.077	2.455	214.532	0,2	42,91
2027	32.010	214.532	2.483	217.016	0,2	43,40
2028	32.845	217.016	2.505	219.521	0,2	43,90
2029	33.694	219.521	2.546	222.067	0,2	44,41
2030	34.543	222.067	2.547	224.614	0,2	44,92
2031	35.407	224.614	2.593	227.208	0,2	45,44
2032	36.285	227.208	2.633	229.841	0,2	45,97
2033	37.169	229.841	2.652	232.493	0,2	46,50
2034	38.055	232.493	2.657	235.151	0,2	47,03
2035	38.942	235.151	2.661	237.812	0,2	47,56
2036	39.827	237.812	2.655	240.467	0,2	48,09



Ano	População urbana atendida (hab.)	Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
		Existente	Prevista	Total	Taxa (L/s.km)	Vazão (L/s)
2037	40.738	240.467	2.734	243.201	0,2	48,64
2038	41.631	243.201	2.678	245.879	0,2	49,18
2039	42.474	245.879	2.529	248.409	0,2	49,68

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 27 - Evolução da contribuição de infiltração de Lagoinha de Fora no cenário previsível

Ano	População urbana atendida (hab.)	Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
		Existente	Prevista	Total	Taxa (L/s.km)	Vazão (L/s)
2018	293	2.282	22	2.304	0,2	0,46
2019	300	2.304	20	2.325	0,2	0,46
2020	308	2.325	23	2.348	0,2	0,47
2021	314	2.348	20	2.368	0,2	0,47
2022	325	2.368	31	2.399	0,2	0,48
2023	331	2.399	18	2.417	0,2	0,48
2024	339	2.417	26	2.442	0,2	0,49
2025	346	2.442	19	2.462	0,2	0,49
2026	355	2.462	27	2.488	0,2	0,50
2027	363	2.488	26	2.514	0,2	0,50
2028	369	2.514	17	2.531	0,2	0,51
2029	378	2.531	27	2.558	0,2	0,51
2030	385	2.558	22	2.579	0,2	0,52
2031	396	2.579	33	2.613	0,2	0,52
2032	407	2.613	35	2.647	0,2	0,53
2033	416	2.647	26	2.673	0,2	0,53



Ano	População urbana atendida (hab.)	Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
		Existente	Prevista	Total	Taxa (L/s.km)	Vazão (L/s)
2034	420	2.673	13	2.686	0,2	0,54
2035	430	2.686	29	2.715	0,2	0,54
2036	441	2.715	32	2.747	0,2	0,55
2037	448	2.747	23	2.770	0,2	0,55
2038	460	2.770	35	2.805	0,2	0,56
2039	469	2.805	26	2.830	0,2	0,57

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 28 - Evolução da contribuição de infiltração de Lapinha no cenário previsível

Ano	População urbana atendida (hab.)	Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
		Existente	Prevista	Total	Taxa (L/s.km)	Vazão (L/s)
2018	1.512	11.926	55	11.981	0,2	2,40
2019	1.534	11.981	64	12.045	0,2	2,41
2020	1.553	12.045	58	12.103	0,2	2,42
2021	1.570	12.103	52	12.155	0,2	2,43
2022	1.590	12.155	59	12.214	0,2	2,44
2023	1.610	12.214	59	12.273	0,2	2,45
2024	1.629	12.273	59	12.332	0,2	2,47
2025	1.649	12.332	60	12.392	0,2	2,48
2026	1.668	12.392	58	12.450	0,2	2,49
2027	1.687	12.450	56	12.506	0,2	2,50
2028	1.707	12.506	59	12.565	0,2	2,51
2029	1.725	12.565	54	12.619	0,2	2,52
2030	1.745	12.619	61	12.680	0,2	2,54
2031	1.764	12.680	58	12.738	0,2	2,55



Ano	População urbana atendida (hab.)	Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
		Existente	Prevista	Total	Taxa (L/s.km)	Vazão (L/s)
2032	1.785	12.738	61	12.799	0,2	2,56
2033	1.805	12.799	61	12.861	0,2	2,57
2034	1.822	12.861	51	12.912	0,2	2,58
2035	1.842	12.912	60	12.972	0,2	2,59
2036	1.857	12.972	44	13.015	0,2	2,60
2037	1.875	13.015	54	13.069	0,2	2,61
2038	1.889	13.069	44	13.113	0,2	2,62
2039	1.902	13.113	37	13.150	0,2	2,63

Fonte: SHS, 2018.

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 do município encontram-se no Quadro 29 ao Quadro 31.

Quadro 29 - Evolução da vazão sanitária para a sede de Lagoa Santa no cenário previsível

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima diária	Máxima horária
2018	24.996	61,45	83,70	92,60	119,31
2019	25.721	62,53	85,43	94,59	122,06
2020	26.461	63,63	87,19	96,61	124,88
2021	27.215	64,76	88,98	98,68	127,75
2022	27.985	65,90	90,82	100,78	130,68
2023	28.766	67,07	92,68	102,92	133,65
2024	29.560	68,25	94,57	105,09	136,67
2025	30.364	69,45	96,48	107,29	139,73
2026	31.182	70,67	98,43	109,53	142,84



Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima diária	Máxima horária
2027	32.010	71,90	100,40	111,80	145,99
2028	32.845	73,15	102,39	114,08	149,17
2029	33.694	74,41	104,41	116,41	152,40
2030	34.543	75,68	106,43	118,73	155,63
2031	35.407	76,96	108,49	121,09	158,92
2032	36.285	78,27	110,58	123,50	162,26
2033	37.169	79,59	112,68	125,92	165,63
2034	38.055	80,91	114,79	128,34	169,00
2035	38.942	82,23	116,90	130,77	172,37
2036	39.827	83,55	119,01	133,19	175,74
2037	40.738	84,91	121,18	135,68	179,21
2038	41.631	86,24	123,30	138,13	182,60
2039	42.474	87,50	125,31	140,43	185,81

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 30 - Evolução da vazão sanitária para a Lagoinha de Fora no cenário previsível

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima diária	Máxima horária
2018	293	0,72	0,98	1,09	1,40
2019	300	0,73	1,00	1,11	1,43
2020	308	0,74	1,02	1,13	1,46
2021	314	0,75	1,03	1,15	1,48
2022	325	0,77	1,06	1,17	1,52
2023	331	0,78	1,07	1,19	1,54
2024	339	0,79	1,09	1,21	1,58



Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima diária	Máxima horária
2025	346	0,80	1,11	1,23	1,60
2026	355	0,81	1,13	1,26	1,63
2027	363	0,83	1,15	1,28	1,67
2028	369	0,83	1,16	1,29	1,69
2029	378	0,85	1,18	1,32	1,72
2030	385	0,86	1,20	1,34	1,75
2031	396	0,88	1,23	1,37	1,79
2032	407	0,89	1,26	1,40	1,84
2033	416	0,90	1,28	1,42	1,87
2034	420	0,91	1,29	1,44	1,88
2035	430	0,93	1,31	1,46	1,92
2036	441	0,94	1,33	1,49	1,96
2037	448	0,95	1,35	1,51	1,99
2038	460	0,97	1,38	1,54	2,04
2039	469	0,98	1,40	1,57	2,07

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 31 - Evolução da vazão sanitária para a Lapinha no cenário previsível

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima diária	Máxima horária
2018	1.512	3,74	5,09	5,63	7,24
2019	1.534	3,77	5,14	5,69	7,32
2020	1.553	3,80	5,19	5,74	7,40
2021	1.570	3,83	5,23	5,79	7,46
2022	1.590	3,86	5,27	5,84	7,54



Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima diária	Máxima horária
2023	1.610	3,89	5,32	5,89	7,61
2024	1.629	3,92	5,37	5,95	7,69
2025	1.649	3,95	5,41	6,00	7,76
2026	1.668	3,98	5,46	6,05	7,84
2027	1.687	4,00	5,51	6,11	7,91
2028	1.707	4,03	5,55	6,16	7,98
2029	1.725	4,06	5,59	6,21	8,05
2030	1.745	4,09	5,64	6,26	8,13
2031	1.764	4,12	5,69	6,32	8,20
2032	1.785	4,15	5,74	6,37	8,28
2033	1.805	4,18	5,79	6,43	8,36
2034	1.822	4,20	5,83	6,48	8,42
2035	1.842	4,23	5,88	6,53	8,50
2036	1.857	4,26	5,91	6,57	8,55
2037	1.875	4,28	5,95	6,62	8,62
2038	1.889	4,30	5,99	6,66	8,68
2039	1.902	4,32	6,02	6,69	8,73

Fonte: SHS, 2018.

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.



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

Equação 12

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

Equação 13

Os resultados para a sede de Lagoa Santa e seus distritos são apresentados no Quadro 32 ao Quadro 34.

Quadro 32 - Evolução da carga orgânica bruta e concentração inicial de DBO para a sede de Lagoa Santa no cenário previsível

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão média (L/s)	Vazão sanitária média (m³/d)	Contribuição per capita de DBO (gDBO/hab.dia)	Carga bruta de DBO (kg/dia)	Concentração inicial de DBO (mg/L)
2018	24.996	83,70	7.231,75	54	1.349,77	186,64
2019	25.721	85,43	7.380,86	54	1.388,91	188,18
2020	26.461	87,19	7.533,22	54	1.428,91	189,68
2021	27.215	88,98	7.688,30	54	1.469,63	191,15
2022	27.985	90,82	7.846,54	54	1.511,17	192,59
2023	28.766	92,68	8.007,15	54	1.553,34	193,99
2024	29.560	94,57	8.170,47	54	1.596,22	195,36
2025	30.364	96,48	8.335,82	54	1.639,63	196,70
2026	31.182	98,43	8.504,15	54	1.683,83	198,00
2027	32.010	100,40	8.674,41	54	1.728,53	199,27
2028	32.845	102,39	8.846,17	54	1.773,62	200,50
2029	33.694	104,41	9.020,73	54	1.819,45	201,70
2030	34.543	106,43	9.195,38	54	1.865,30	202,85
2031	35.407	108,49	9.373,19	54	1.911,99	203,98
2032	36.285	110,58	9.553,72	54	1.959,38	205,09



Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão média (L/s)	Vazão sanitária média (m ³ /d)	Contribuição <i>per capita</i> de DBO (gDBO/hab.dia)	Carga bruta de DBO (kg/dia)	Concentração inicial de DBO (mg/L)
2033	37.169	112,68	9.735,56	54	2.007,13	206,16
2034	38.055	114,79	9.917,76	54	2.054,96	207,20
2035	38.942	116,90	10.100,22	54	2.102,86	208,20
2036	39.827	119,01	10.282,24	54	2.150,65	209,16
2037	40.738	121,18	10.469,71	54	2.199,87	210,12
2038	41.631	123,30	10.653,31	54	2.248,07	211,02
2039	42.474	125,31	10.826,73	54	2.293,60	211,85

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 33 - Evolução da carga orgânica bruta e concentração inicial de DBO para Lagoinha de Fora no cenário previsível

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão média (L/s)	Vazão sanitária média (m ³ /d)	Contribuição <i>per capita</i> de DBO (gDBO/hab.dia)	Carga bruta de DBO (kg/dia)	Concentração inicial de DBO (mg/L)
2018	293	0,98	84,91	54	15,83	186,43
2019	300	1,00	86,32	54	16,20	187,66
2020	308	1,02	87,90	54	16,61	189,01
2021	314	1,03	89,30	54	16,98	190,17
2022	325	1,06	91,41	54	17,53	191,83
2023	331	1,07	92,64	54	17,86	192,77
2024	339	1,09	94,39	54	18,32	194,07
2025	346	1,11	95,71	54	18,66	195,01
2026	355	1,13	97,55	54	19,15	196,29
2027	363	1,15	99,31	54	19,61	197,46
2028	369	1,16	100,45	54	19,91	198,20



Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão média (L/s)	Vazão sanitária média (m ³ /d)	Contribuição <i>per capita</i> de DBO (gDBO/hab.dia)	Carga bruta de DBO (kg/dia)	Concentração inicial de DBO (mg/L)
2029	378	1,18	102,29	54	20,39	199,36
2030	385	1,20	103,78	54	20,78	200,26
2031	396	1,23	106,06	54	21,38	201,60
2032	407	1,26	108,43	54	22,00	202,94
2033	416	1,28	110,19	54	22,47	203,89
2034	420	1,29	111,07	54	22,70	204,35
2035	430	1,31	113,08	54	23,23	205,39
2036	441	1,33	115,28	54	23,80	206,48
2037	448	1,35	116,86	54	24,22	207,23
2038	460	1,38	119,23	54	24,84	208,33
2039	469	1,40	120,98	54	25,30	209,12

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 34 - Evolução da carga orgânica bruta e concentração inicial de DBO para a Lapinha no cenário previsível

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão média (L/s)	Vazão sanitária média (m ³ /d)	Contribuição <i>per capita</i> de DBO (gDBO/hab.dia)	Carga bruta de DBO (kg/dia)	Concentração inicial de DBO (mg/L)
2018	1.512	5,09	439,67	54	81,66	185,73
2019	1.534	5,14	444,06	54	82,81	186,49
2020	1.553	5,19	448,01	54	83,85	187,16
2021	1.570	5,23	451,61	54	84,79	187,76
2022	1.590	5,27	455,65	54	85,85	188,42
2023	1.610	5,32	459,68	54	86,91	189,07
2024	1.629	5,37	463,72	54	87,97	189,71



Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão média (L/s)	Vazão sanitária média (m ³ /d)	Contribuição <i>per capita</i> de DBO (gDBO/hab.dia)	Carga bruta de DBO (kg/dia)	Concentração inicial de DBO (mg/L)
2025	1.649	5,41	467,85	54	89,06	190,35
2026	1.668	5,46	471,80	54	90,09	190,96
2027	1.687	5,51	475,66	54	91,11	191,54
2028	1.707	5,55	479,69	54	92,17	192,14
2029	1.725	5,59	483,38	54	93,13	192,67
2030	1.745	5,64	487,59	54	94,24	193,28
2031	1.764	5,69	491,54	54	95,28	193,83
2032	1.785	5,74	495,76	54	96,38	194,42
2033	1.805	5,79	499,97	54	97,49	194,99
2034	1.822	5,83	503,48	54	98,41	195,46
2035	1.842	5,88	507,60	54	99,49	196,01
2036	1.857	5,91	510,59	54	100,28	196,40
2037	1.875	5,95	514,27	54	101,25	196,87
2038	1.889	5,99	517,26	54	102,03	197,25
2039	1.902	6,02	519,80	54	102,70	197,57

Fonte: SHS, 2018.

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

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

Equação 14



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

Equação 15

Do Quadro 35 ao Quadro 37, são apresentadas as evoluções da carga removida de DBO e concentração removida de DBO, considerando 70% de eficiência de remoção.

Quadro 35 - Evolução da carga orgânica removida e concentração removida de DBO para a sede de Lagoa Santa no cenário previsível

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%
2018	24.996	83,70	944,84	130,65
2019	25.721	85,43	972,24	131,72
2020	26.461	87,19	1.000,24	132,78
2021	27.215	88,98	1.028,74	133,81
2022	27.985	90,82	1.057,82	134,81
2023	28.766	92,68	1.087,34	135,80
2024	29.560	94,57	1.117,35	136,76
2025	30.364	96,48	1.147,74	137,69
2026	31.182	98,43	1.178,68	138,60
2027	32.010	100,40	1.209,97	139,49
2028	32.845	102,39	1.241,53	140,35
2029	33.694	104,41	1.273,61	141,19
2030	34.543	106,43	1.305,71	142,00
2031	35.407	108,49	1.338,39	142,79
2032	36.285	110,58	1.371,57	143,56
2033	37.169	112,68	1.404,99	144,31



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%
2034	38.055	114,79	1.438,47	145,04
2035	38.942	116,90	1.472,00	145,74
2036	39.827	119,01	1.505,46	146,41
2037	40.738	121,18	1.539,91	147,08
2038	41.631	123,30	1.573,65	147,71
2039	42.474	125,31	1.605,52	148,29

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 36 - Evolução da carga orgânica removida e concentração removida de DBO para Lagoinha de Fora no cenário previsível

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%
2018	293	0,98	11,08	130,50
2019	300	1,00	11,34	131,36
2020	308	1,02	11,63	132,31
2021	314	1,03	11,89	133,12
2022	325	1,06	12,27	134,28
2023	331	1,07	12,50	134,94
2024	339	1,09	12,82	135,85
2025	346	1,11	13,06	136,51
2026	355	1,13	13,40	137,40
2027	363	1,15	13,73	138,22
2028	369	1,16	13,94	138,74
2029	378	1,18	14,27	139,55



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%
2030	385	1,20	14,55	140,19
2031	396	1,23	14,97	141,12
2032	407	1,26	15,40	142,06
2033	416	1,28	15,73	142,72
2034	420	1,29	15,89	143,04
2035	430	1,31	16,26	143,77
2036	441	1,33	16,66	144,53
2037	448	1,35	16,95	145,06
2038	460	1,38	17,39	145,83
2039	469	1,40	17,71	146,38

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 37 - Evolução da carga orgânica removida e concentração removida de DBO para a Lapinha no cenário previsível

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%
2018	1.512	5,09	57,16	130,01
2019	1.534	5,14	57,97	130,54
2020	1.553	5,19	58,69	131,01
2021	1.570	5,23	59,36	131,43
2022	1.590	5,27	60,10	131,90
2023	1.610	5,32	60,84	132,35
2024	1.629	5,37	61,58	132,80
2025	1.649	5,41	62,34	133,25



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%
2026	1.668	5,46	63,07	133,67
2027	1.687	5,51	63,78	134,08
2028	1.707	5,55	64,52	134,50
2029	1.725	5,59	65,19	134,87
2030	1.745	5,64	65,97	135,29
2031	1.764	5,69	66,69	135,68
2032	1.785	5,74	67,47	136,09
2033	1.805	5,79	68,24	136,49
2034	1.822	5,83	68,89	136,82
2035	1.842	5,88	69,65	137,21
2036	1.857	5,91	70,19	137,48
2037	1.875	5,95	70,87	137,81
2038	1.889	5,99	71,42	138,08
2039	1.902	6,02	71,89	138,30

Fonte: SHS, 2018.

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) (Equação 16 e Equação 17).

$$\text{Carga bruta de CFT} = \text{População} \times \text{Carga per capita}$$

Equação 16



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

Equação 17

A partir desses cálculos, os resultados obtidos para do município de Lagoa Santa estão apresentados do Quadro 38 ao Quadro 40.

Quadro 38 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais termotolerantes para a sede de Lagoa Santa no cenário previsível

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão média (L/s)	Vazão sanitária média (m³/d)	Contribuição per capita de coliformes fecais termotolerantes (org/hab.dia)	Carga inicial de coliformes (org/dia)	Concentração inicial (org/100 mL)
2018	24.996	83,70	7.231,75	1,00E+11	2,50E+15	3,46E+07
2019	25.721	85,43	7.380,86	1,00E+11	2,57E+15	3,48E+07
2020	26.461	87,19	7.533,22	1,00E+11	2,65E+15	3,51E+07
2021	27.215	88,98	7.688,30	1,00E+11	2,72E+15	3,54E+07
2022	27.985	90,82	7.846,54	1,00E+11	2,80E+15	3,57E+07
2023	28.766	92,68	8.007,15	1,00E+11	2,88E+15	3,59E+07
2024	29.560	94,57	8.170,47	1,00E+11	2,96E+15	3,62E+07
2025	30.364	96,48	8.335,82	1,00E+11	3,04E+15	3,64E+07
2026	31.182	98,43	8.504,15	1,00E+11	3,12E+15	3,67E+07
2027	32.010	100,40	8.674,41	1,00E+11	3,20E+15	3,69E+07
2028	32.845	102,39	8.846,17	1,00E+11	3,28E+15	3,71E+07
2029	33.694	104,41	9.020,73	1,00E+11	3,37E+15	3,74E+07
2030	34.543	106,43	9.195,38	1,00E+11	3,45E+15	3,76E+07
2031	35.407	108,49	9.373,19	1,00E+11	3,54E+15	3,78E+07
2032	36.285	110,58	9.553,72	1,00E+11	3,63E+15	3,80E+07
2033	37.169	112,68	9.735,56	1,00E+11	3,72E+15	3,82E+07
2034	38.055	114,79	9.917,76	1,00E+11	3,81E+15	3,84E+07



Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão média (L/s)	Vazão sanitária média (m ³ /d)	Contribuição <i>per capita</i> de coliformes fecais termotolerantes (org/hab.dia)	Carga inicial de coliformes (org/dia)	Concentração inicial (org/100 mL)
2035	38.942	116,90	10.100,22	1,00E+11	3,89E+15	3,86E+07
2036	39.827	119,01	10.282,24	1,00E+11	3,98E+15	3,87E+07
2037	40.738	121,18	10.469,71	1,00E+11	4,07E+15	3,89E+07
2038	41.631	123,30	10.653,31	1,00E+11	4,16E+15	3,91E+07
2039	42.474	125,31	10.826,73	1,00E+11	4,25E+15	3,92E+07

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 39 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais termotolerantes para Lagoinha de Fora no cenário previsível

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão média (L/s)	Vazão sanitária média (m ³ /d)	Contribuição <i>per capita</i> de coliformes fecais termotolerantes (org/hab.dia)	Carga inicial de coliformes (org/dia)	Concentração inicial (org/100 mL)
2018	293	0,98	84,91	1,00E+11	2,93E+13	3,45E+07
2019	300	1,00	86,32	1,00E+11	3,00E+13	3,48E+07
2020	308	1,02	87,90	1,00E+11	3,08E+13	3,50E+07
2021	314	1,03	89,30	1,00E+11	3,14E+13	3,52E+07
2022	325	1,06	91,41	1,00E+11	3,25E+13	3,55E+07
2023	331	1,07	92,64	1,00E+11	3,31E+13	3,57E+07
2024	339	1,09	94,39	1,00E+11	3,39E+13	3,59E+07
2025	346	1,11	95,71	1,00E+11	3,46E+13	3,61E+07
2026	355	1,13	97,55	1,00E+11	3,55E+13	3,63E+07
2027	363	1,15	99,31	1,00E+11	3,63E+13	3,66E+07
2028	369	1,16	100,45	1,00E+11	3,69E+13	3,67E+07
2029	378	1,18	102,29	1,00E+11	3,78E+13	3,69E+07



Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão média (L/s)	Vazão sanitária média (m³/d)	Contribuição per capita de coliformes fecais termotolerantes (org/hab.dia)	Carga inicial de coliformes (org/dia)	Concentração inicial (org/100 mL)
2030	385	1,20	103,78	1,00E+11	3,85E+13	3,71E+07
2031	396	1,23	106,06	1,00E+11	3,96E+13	3,73E+07
2032	407	1,26	108,43	1,00E+11	4,07E+13	3,76E+07
2033	416	1,28	110,19	1,00E+11	4,16E+13	3,78E+07
2034	420	1,29	111,07	1,00E+11	4,20E+13	3,78E+07
2035	430	1,31	113,08	1,00E+11	4,30E+13	3,80E+07
2036	441	1,33	115,28	1,00E+11	4,41E+13	3,82E+07
2037	448	1,35	116,86	1,00E+11	4,48E+13	3,84E+07
2038	460	1,38	119,23	1,00E+11	4,60E+13	3,86E+07
2039	469	1,40	120,98	1,00E+11	4,69E+13	3,87E+07

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 40 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais termotolerantes para a Lapinha no cenário previsível

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão média (L/s)	Vazão sanitária média (m³/d)	Contribuição per capita de coliformes fecais termotolerantes (org/hab.dia)	Carga inicial de coliformes (org/dia)	Concentração inicial (org/100 mL)
2018	1.512	5,09	439,67	1,00E+11	1,51E+14	3,44E+07
2019	1.534	5,14	444,06	1,00E+11	1,53E+14	3,45E+07
2020	1.553	5,19	448,01	1,00E+11	1,55E+14	3,47E+07
2021	1.570	5,23	451,61	1,00E+11	1,57E+14	3,48E+07
2022	1.590	5,27	455,65	1,00E+11	1,59E+14	3,49E+07
2023	1.610	5,32	459,68	1,00E+11	1,61E+14	3,50E+07
2024	1.629	5,37	463,72	1,00E+11	1,63E+14	3,51E+07



Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão média (L/s)	Vazão sanitária média (m ³ /d)	Contribuição <i>per capita</i> de coliformes fecais termotolerantes (org/hab.dia)	Carga inicial de coliformes (org/dia)	Concentração inicial (org/100 mL)
2025	1.649	5,41	467,85	1,00E+11	1,65E+14	3,53E+07
2026	1.668	5,46	471,80	1,00E+11	1,67E+14	3,54E+07
2027	1.687	5,51	475,66	1,00E+11	1,69E+14	3,55E+07
2028	1.707	5,55	479,69	1,00E+11	1,71E+14	3,56E+07
2029	1.725	5,59	483,38	1,00E+11	1,72E+14	3,57E+07
2030	1.745	5,64	487,59	1,00E+11	1,75E+14	3,58E+07
2031	1.764	5,69	491,54	1,00E+11	1,76E+14	3,59E+07
2032	1.785	5,74	495,76	1,00E+11	1,78E+14	3,60E+07
2033	1.805	5,79	499,97	1,00E+11	1,81E+14	3,61E+07
2034	1.822	5,83	503,48	1,00E+11	1,82E+14	3,62E+07
2035	1.842	5,88	507,60	1,00E+11	1,84E+14	3,63E+07
2036	1.857	5,91	510,59	1,00E+11	1,86E+14	3,64E+07
2037	1.875	5,95	514,27	1,00E+11	1,87E+14	3,65E+07
2038	1.889	5,99	517,26	1,00E+11	1,89E+14	3,65E+07
2039	1.902	6,02	519,80	1,00E+11	1,90E+14	3,66E+07

Fonte: SHS, 2018.

Do Quadro 32 ao Quadro 34 e Quadro 38 ao Quadro 40 apresentaram 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.

Calcula-se, através da **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e da Equação 19, a carga removida de coliformes fecais termotolerantes (CFT) e sua concentração.



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

Equação 18

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

Equação 19

Os Quadro 41, Quadro 42 e Quadro 43 apresentam, a evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes, considerando 99,9% de eficiência de remoção.

Quadro 41 - Evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes para a sede de Lagoa Santa no cenário previsível

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
2018	24.996	83,70	2,47E+15	3,42E+07
2019	25.721	85,43	2,55E+15	3,45E+07
2020	26.461	87,19	2,62E+15	3,48E+07
2021	27.215	88,98	2,69E+15	3,50E+07
2022	27.985	90,82	2,77E+15	3,53E+07
2023	28.766	92,68	2,85E+15	3,56E+07
2024	29.560	94,57	2,93E+15	3,58E+07
2025	30.364	96,48	3,01E+15	3,61E+07
2026	31.182	98,43	3,09E+15	3,63E+07
2027	32.010	100,40	3,17E+15	3,65E+07
2028	32.845	102,39	3,25E+15	3,68E+07
2029	33.694	104,41	3,34E+15	3,70E+07
2030	34.543	106,43	3,42E+15	3,72E+07



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
2031	35.407	108,49	3,51E+15	3,74E+07
2032	36.285	110,58	3,59E+15	3,76E+07
2033	37.169	112,68	3,68E+15	3,78E+07
2034	38.055	114,79	3,77E+15	3,80E+07
2035	38.942	116,90	3,86E+15	3,82E+07
2036	39.827	119,01	3,94E+15	3,83E+07
2037	40.738	121,18	4,03E+15	3,85E+07
2038	41.631	123,30	4,12E+15	3,87E+07
2039	42.474	125,31	4,20E+15	3,88E+07

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 42 - Evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes para Lagoinha de Fora no cenário previsível

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
2018	293	0,98	2,90E+13	3,42E+07
2019	300	1,00	2,97E+13	3,44E+07
2020	308	1,02	3,05E+13	3,47E+07
2021	314	1,03	3,11E+13	3,49E+07
2022	325	1,06	3,21E+13	3,52E+07
2023	331	1,07	3,27E+13	3,53E+07
2024	339	1,09	3,36E+13	3,56E+07
2025	346	1,11	3,42E+13	3,58E+07
2026	355	1,13	3,51E+13	3,60E+07



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
2027	363	1,15	3,59E+13	3,62E+07
2028	369	1,16	3,65E+13	3,63E+07
2029	378	1,18	3,74E+13	3,65E+07
2030	385	1,20	3,81E+13	3,67E+07
2031	396	1,23	3,92E+13	3,70E+07
2032	407	1,26	4,03E+13	3,72E+07
2033	416	1,28	4,12E+13	3,74E+07
2034	420	1,29	4,16E+13	3,75E+07
2035	430	1,31	4,26E+13	3,77E+07
2036	441	1,33	4,36E+13	3,79E+07
2037	448	1,35	4,44E+13	3,80E+07
2038	460	1,38	4,55E+13	3,82E+07
2039	469	1,40	4,64E+13	3,83E+07

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 43 - Evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes para a Lapinha no cenário previsível

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
2018	1.512	5,09	1,50E+14	3,41E+07
2019	1.534	5,14	1,52E+14	3,42E+07
2020	1.553	5,19	1,54E+14	3,43E+07
2021	1.570	5,23	1,55E+14	3,44E+07
2022	1.590	5,27	1,57E+14	3,45E+07



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
2023	1.610	5,32	1,59E+14	3,47E+07
2024	1.629	5,37	1,61E+14	3,48E+07
2025	1.649	5,41	1,63E+14	3,49E+07
2026	1.668	5,46	1,65E+14	3,50E+07
2027	1.687	5,51	1,67E+14	3,51E+07
2028	1.707	5,55	1,69E+14	3,52E+07
2029	1.725	5,59	1,71E+14	3,53E+07
2030	1.745	5,64	1,73E+14	3,54E+07
2031	1.764	5,69	1,75E+14	3,55E+07
2032	1.785	5,74	1,77E+14	3,56E+07
2033	1.805	5,79	1,79E+14	3,57E+07
2034	1.822	5,83	1,80E+14	3,58E+07
2035	1.842	5,88	1,82E+14	3,59E+07
2036	1.857	5,91	1,84E+14	3,60E+07
2037	1.875	5,95	1,86E+14	3,61E+07
2038	1.889	5,99	1,87E+14	3,62E+07
2039	1.902	6,02	1,88E+14	3,62E+07

Fonte: SHS, 2018.

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



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

O tratamento de esgotos visa retirar os poluentes para alcançar um padrão de qualidade desejado. Durante o processo de tratamento objetiva-se remover sólidos em suspensão, matéria orgânica (DBO) e também poluentes mais específicos, como patógenos, nutrientes e metais pesados. Geralmente, as Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) são mais indicadas para o tratamento de esgotos sanitários, pois possuem diversos componentes ou unidades, que são capazes de remover esses diferentes poluentes.

Levando-se em consideração a distância entre os distritos e a sede, fica pouco viável que os esgotos sanitários dos distritos e da sede sejam tratados em um mesmo local. Isso acontece porque as distâncias são grandes, o que demandaria a construção e manutenção de uma rede muito extensa, além de estações elevatórias (EEE) para recalcar os esgotos até o tratamento (ETE).

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

O município já conta com duas ETEs instaladas, sendo que uma está operante e a outra está inoperante, porém apenas o esgoto sanitário coletado na sede é enviado para essas ETEs.

A eficiência de remoção de DBO da estação operante apresenta uma média de 85%, ou seja, o tratamento da cidade não atende ao município como um todo (incluindo sede e distritos), mas tem a remoção de DBO necessária para fazer com que os esgotos atendam à legislação.

A ETE Central tem capacidade nominal de tratamento de 126 L/s, enquanto que a da ETE Vila Maria terá capacidade de 23L/s após reforma do reator. Dessa forma, as duas ETEs tem capacidade para tratar os esgotos da sede do município, dentro do horizonte do projeto (até 2039), uma vez que a vazão média estimada para o período nunca extrapola a vazão que as duas comportam. No entanto, é preciso atentar-se para o fato de que o atendimento está abaixo de 50%, ou seja, se todas as residências



estivessem ligadas às redes coletoras, as duas ETEs não teriam capacidade de atendimento.

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

Apesar de ser uma forma de tratamento de esgotos sanitários, a fossa séptica não é capaz de promover a remoção necessária de DBO e de coliformes fecais (termotolerantes) necessária para que o esgoto possa ser lançado no corpo receptor. Assim, o efluente da fossa séptica, tanto na fase líquida quanto na sólida (lodo), ainda precisa passar por outros processos de tratamento antes de ser lançado em um corpo hídrico. Existem também outras opções de destino para os efluentes da fossa séptica, como sumidouros e valas de absorção, para a fase líquida e central de recebimento de lodo ou ETE, para a fase sólida.

É preciso que se elaborem estudos mais aprofundados quanto à opção mais viável para a disposição final desses efluentes, levando-se em consideração as características do esgoto a ser tratado, da localização da fossa, do tipo de solo da região e outros aspectos importantes.

Do Quadro 44 ao Quadro 46, são apresentados os resultados obtidos das vazões de esgotos domésticos de Lagoa Santa (sede e distritos) para o cenário normativo, no qual o índice de atendimento urbano tem meta de atingir 100% no médio prazo (8 anos) e o consumo *per capita* de água varia de acordo com o passar dos anos, em consonância com a projeção de demanda do abastecimento de água, além disso, .

Quadro 44 - Evolução da vazão de esgotos domésticos para o cenário normativo da sede do município de Lagoa Santa

Ano	População urbana (hab.)	Índice de atendimento (%)	População urbana atendida (hab.)	Consumo <i>per capita</i> de água (L/hab.dia)	Vazão esgoto doméstico (L/s)			
					Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2018	58.579	42,67	24.996	192,30	22,25	44,51	53,41	80,11
2019	60.278	42,67	25.721	192,30	22,90	45,80	54,96	82,43
2020	62.014	49,84	30.905	191,19	27,35	54,71	65,65	98,48



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
2021	63.781	57,00	36.357	190,07	31,99	63,98	76,78	115,17
2022	65.584	64,17	42.084	188,96	36,82	73,63	88,36	132,53
2023	67.414	71,34	48.090	187,84	41,82	83,64	100,37	150,55
2024	69.275	78,50	54.382	186,73	47,01	94,02	112,83	169,24
2025	71.159	85,67	60.960	185,61	52,38	104,77	125,72	188,58
2026	73.077	92,83	67.840	184,50	57,95	115,89	139,07	208,60
2027	75.017	100,00	75.017	183,38	63,69	127,38	152,85	229,28
2028	76.974	100,00	76.974	182,27	64,95	129,90	155,89	233,83
2029	78.963	100,00	78.963	181,15	66,22	132,45	158,93	238,40
2030	80.953	100,00	80.953	180,04	67,47	134,95	161,94	242,91
2031	82.979	100,00	82.979	178,92	68,73	137,47	164,96	247,44
2032	85.036	100,00	85.036	177,81	70,00	140,00	168,00	252,00
2033	87.108	100,00	87.108	176,69	71,26	142,51	171,01	256,52
2034	89.184	100,00	89.184	175,58	72,49	144,99	173,98	260,97
2035	91.263	100,00	91.263	174,46	73,71	147,42	176,91	265,36
2036	93.337	100,00	93.337	173,35	74,91	149,81	179,77	269,66
2037	95.473	100,00	95.473	172,23	76,13	152,25	182,70	274,06
2038	97.565	100,00	97.565	171,12	77,29	154,58	185,50	278,25
2039	99.541	100,00	99.541	170,00	78,34	156,68	188,02	282,03

Fonte: SHS, 2018.



Quadro 45 - Evolução da vazão de esgotos domésticos para o cenário normativo do distrito de Lagoinha de Fora

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
2018	687	42,67	293	192,30	0,26	0,52	0,63	0,94
2019	703	42,67	300	192,30	0,27	0,53	0,64	0,96
2020	721	49,84	359	191,19	0,32	0,64	0,76	1,14
2021	737	57,00	420	190,07	0,37	0,74	0,89	1,33
2022	761	64,17	488	188,96	0,43	0,85	1,03	1,54
2023	775	71,34	553	187,84	0,48	0,96	1,15	1,73
2024	795	78,50	624	186,73	0,54	1,08	1,29	1,94
2025	810	85,67	694	185,61	0,60	1,19	1,43	2,15
2026	831	92,83	771	184,50	0,66	1,32	1,58	2,37
2027	851	100,00	851	183,38	0,72	1,44	1,73	2,60
2028	864	100,00	864	182,27	0,73	1,46	1,75	2,62
2029	885	100,00	885	181,15	0,74	1,48	1,78	2,67
2030	902	100,00	902	180,04	0,75	1,50	1,80	2,71
2031	928	100,00	928	178,92	0,77	1,54	1,84	2,77
2032	955	100,00	955	177,81	0,79	1,57	1,89	2,83
2033	975	100,00	975	176,69	0,80	1,60	1,91	2,87
2034	985	100,00	985	175,58	0,80	1,60	1,92	2,88
2035	1.008	100,00	1.008	174,46	0,81	1,63	1,95	2,93
2036	1.033	100,00	1.033	173,35	0,83	1,66	1,99	2,98
2037	1.051	100,00	1.051	172,23	0,84	1,68	2,01	3,02
2038	1.078	100,00	1.078	171,12	0,85	1,71	2,05	3,07
2039	1.098	100,00	1.098	170,00	0,86	1,73	2,07	3,11

Fonte: SHS, 2018.



Quadro 46 - Evolução da vazão de esgotos domésticos para o cenário normativo do distrito da Lapinha

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
2018	3.544	42,67	1.512	192,30	1,35	2,69	3,23	4,85
2019	3.594	42,67	1.534	192,30	1,37	2,73	3,28	4,92
2020	3.639	49,84	1.814	191,19	1,61	3,21	3,85	5,78
2021	3.680	57,00	2.098	190,07	1,85	3,69	4,43	6,65
2022	3.726	64,17	2.391	188,96	2,09	4,18	5,02	7,53
2023	3.772	71,34	2.691	187,84	2,34	4,68	5,62	8,42
2024	3.818	78,50	2.997	186,73	2,59	5,18	6,22	9,33
2025	3.865	85,67	3.311	185,61	2,85	5,69	6,83	10,24
2026	3.910	92,83	3.630	184,50	3,10	6,20	7,44	11,16
2027	3.954	100,00	3.954	183,38	3,36	6,71	8,06	12,08
2028	4.000	100,00	4.000	182,27	3,38	6,75	8,10	12,15
2029	4.042	100,00	4.042	181,15	3,39	6,78	8,14	12,20
2030	4.090	100,00	4.090	180,04	3,41	6,82	8,18	12,27
2031	4.135	100,00	4.135	178,92	3,43	6,85	8,22	12,33
2032	4.183	100,00	4.183	177,81	3,44	6,89	8,26	12,40
2033	4.231	100,00	4.231	176,69	3,46	6,92	8,31	12,46
2034	4.271	100,00	4.271	175,58	3,47	6,94	8,33	12,50
2035	4.318	100,00	4.318	174,46	3,49	6,98	8,37	12,56
2036	4.352	100,00	4.352	173,35	3,49	6,99	8,38	12,57
2037	4.394	100,00	4.394	172,23	3,50	7,01	8,41	12,61
2038	4.428	100,00	4.428	171,12	3,51	7,02	8,42	12,63
2039	4.457	100,00	4.457	170,00	3,51	7,02	8,42	12,63

Fonte: SHS, 2018.



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 dos distritos encontram-se do Quadro 47 ao Quadro 49.

Quadro 47 - Evolução da vazão de infiltração para o cenário normativo da sede do município de Lagoa Santa

Ano	População Urbana Atendida (hab)	Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
		Existente	Prevista	Total	Taxa (L/s.Km)	Vazão (L/s)
2018	24.996	193.822	2.152	195.973	0,2	39,19
2019	25.721	195.973	2.175	198.148	0,2	39,63
2020	30.905	198.148	15.554	213.703	0,2	42,74
2021	36.357	213.703	16.354	230.057	0,2	46,01
2022	42.084	230.057	17.183	247.240	0,2	49,45
2023	48.090	247.240	18.016	265.256	0,2	53,05
2024	54.382	265.256	18.876	284.132	0,2	56,83
2025	60.960	284.132	19.735	303.867	0,2	60,77
2026	67.840	303.867	20.640	324.507	0,2	64,90
2027	75.017	324.507	21.531	346.037	0,2	69,21
2028	76.974	346.037	5.871	351.908	0,2	70,38
2029	78.963	351.908	5.967	357.875	0,2	71,58
2030	80.953	357.875	5.970	363.845	0,2	72,77
2031	82.979	363.845	6.078	369.923	0,2	73,98
2032	85.036	369.923	6.171	376.094	0,2	75,22
2033	87.108	376.094	6.216	382.310	0,2	76,46
2034	89.184	382.310	6.228	388.538	0,2	77,71
2035	91.263	388.538	6.237	394.775	0,2	78,96



Ano	População Urbana Atendida (hab)	Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
		Existente	Prevista	Total	Taxa (L/s.Km)	Vazão (L/s)
2036	93.337	394.775	6.222	400.997	0,2	80,20
2037	95.473	400.997	6.408	407.405	0,2	81,48
2038	97.565	407.405	6.276	413.681	0,2	82,74
2039	99.541	413.681	5.928	419.609	0,2	83,92

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 48 - Evolução da vazão de infiltração para o cenário normativo do distrito de Lagoinha de Fora

Ano	População Urbana Atendida (hab)	Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
		Existente	Prevista	Total	Taxa (L/s.Km)	Vazão (L/s)
2018	293	2.282	22	2.304	0,2	0,46
2019	300	2.304	20	2.325	0,2	0,46
2020	359	2.325	178	2.503	0,2	0,50
2021	420	2.503	182	2.685	0,2	0,54
2022	488	2.685	205	2.890	0,2	0,58
2023	553	2.890	194	3.083	0,2	0,62
2024	624	3.083	214	3.297	0,2	0,66
2025	694	3.297	209	3.506	0,2	0,70
2026	771	3.506	233	3.739	0,2	0,75
2027	851	3.739	239	3.978	0,2	0,80
2028	864	3.978	39	4.017	0,2	0,80
2029	885	4.017	63	4.080	0,2	0,82
2030	902	4.080	51	4.131	0,2	0,83
2031	928	4.131	78	4.209	0,2	0,84



Ano	População Urbana Atendida (hab)	Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
		Existente	Prevista	Total	Taxa (L/s.Km)	Vazão (L/s)
2032	955	4.209	81	4.290	0,2	0,86
2033	975	4.290	60	4.350	0,2	0,87
2034	985	4.350	30	4.380	0,2	0,88
2035	1.008	4.380	69	4.449	0,2	0,89
2036	1.033	4.449	75	4.524	0,2	0,90
2037	1.051	4.524	54	4.578	0,2	0,92
2038	1.078	4.578	81	4.659	0,2	0,93
2039	1.098	4.659	60	4.719	0,2	0,94

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 49 - Evolução da vazão de infiltração para o cenário normativo do distrito da Lapinha

Ano	População Urbana Atendida (hab)	Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
		Existente	Prevista	Total	Taxa (L/s.Km)	Vazão (L/s)
2018	1.512	11.926	0	11.926	0,2	2,39
2019	1.534	11.926	64	11.990	0,2	2,40
2020	1.814	11.990	840	12.830	0,2	2,57
2021	2.098	12.830	852	13.682	0,2	2,74
2022	2.391	13.682	880	14.562	0,2	2,91
2023	2.691	14.562	899	15.462	0,2	3,09
2024	2.997	15.462	919	16.381	0,2	3,28
2025	3.311	16.381	942	17.323	0,2	3,46
2026	3.630	17.323	956	18.279	0,2	3,66
2027	3.954	18.279	973	19.251	0,2	3,85



Ano	População Urbana Atendida (hab)	Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
		Existente	Prevista	Total	Taxa (L/s.Km)	Vazão (L/s)
2028	4.000	19.251	138	19.389	0,2	3,88
2029	4.042	19.389	126	19.515	0,2	3,90
2030	4.090	19.515	144	19.659	0,2	3,93
2031	4.135	19.659	135	19.794	0,2	3,96
2032	4.183	19.794	144	19.938	0,2	3,99
2033	4.231	19.938	144	20.082	0,2	4,02
2034	4.271	20.082	120	20.202	0,2	4,04
2035	4.318	20.202	141	20.343	0,2	4,07
2036	4.352	20.343	102	20.445	0,2	4,09
2037	4.394	20.445	126	20.571	0,2	4,11
2038	4.428	20.571	102	20.673	0,2	4,13
2039	4.457	20.673	87	20.760	0,2	4,15

Fonte: SHS, 2018.

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 do Quadro 50 ao Quadro 52.

Quadro 50 - Evolução da vazão sanitária para o cenário normativo da sede do município de Lagoa Santa

Ano	População Urbana (hab)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2018	24.996	61,45	83,70	92,60	119,31
2019	25.721	62,53	85,43	94,59	122,06
2020	30.905	70,10	97,45	108,39	141,22



Ano	População Urbana (hab)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2021	36.357	78,00	110,00	122,79	161,18
2022	42.084	86,26	123,08	137,80	181,98
2023	48.090	94,87	136,69	153,42	203,60
2024	54.382	103,84	150,85	169,65	226,07
2025	60.960	113,16	165,54	186,49	249,35
2026	67.840	122,85	180,79	203,97	273,50
2027	75.017	132,90	196,58	222,06	298,48
2028	76.974	135,33	200,29	226,27	304,21
2029	78.963	137,80	204,02	230,51	309,98
2030	80.953	140,24	207,72	234,71	315,68
2031	82.979	142,72	211,45	238,95	321,43
2032	85.036	145,22	215,22	243,22	327,22
2033	87.108	147,72	218,97	247,47	332,98
2034	89.184	150,20	222,69	251,69	338,68
2035	91.263	152,67	226,38	255,86	344,32
2036	93.337	155,10	230,01	259,97	349,86
2037	95.473	157,61	233,73	264,18	355,54
2038	97.565	160,03	237,32	268,23	360,98
2039	99.541	162,26	240,61	271,94	365,95

Fonte: SHS, 2018.



Quadro 51 - Evolução da vazão sanitária para o cenário normativo do distrito de Lagoinha de Fora

Ano	População Urbana (hab)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2018	293	0,72	0,98	1,09	1,40
2019	300	0,73	1,00	1,11	1,43
2020	359	0,82	1,14	1,26	1,65
2021	420	0,91	1,28	1,42	1,87
2022	488	1,01	1,43	1,60	2,12
2023	553	1,10	1,58	1,77	2,35
2024	624	1,20	1,74	1,95	2,60
2025	694	1,30	1,89	2,13	2,85
2026	771	1,41	2,07	2,33	3,12
2027	851	1,52	2,24	2,53	3,40
2028	864	1,53	2,26	2,55	3,43
2029	885	1,56	2,30	2,60	3,49
2030	902	1,58	2,33	2,63	3,53
2031	928	1,61	2,38	2,69	3,61
2032	955	1,64	2,43	2,74	3,69
2033	975	1,67	2,47	2,78	3,74
2034	985	1,68	2,48	2,80	3,76
2035	1.008	1,70	2,52	2,84	3,82
2036	1.033	1,73	2,56	2,89	3,89
2037	1.051	1,75	2,59	2,93	3,93
2038	1.078	1,79	2,64	2,98	4,01
2039	1.098	1,81	2,67	3,02	4,05

Fonte: SHS, 2018.



Quadro 52 - Evolução da vazão sanitária para o cenário normativo do distrito da Lapinha

Ano	População Urbana (hab)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2018	1.512	3,73	5,08	5,62	7,23
2019	1.534	3,76	5,13	5,67	7,31
2020	1.814	4,17	5,78	6,42	8,34
2021	2.098	4,58	6,43	7,17	9,38
2022	2.391	5,00	7,10	7,93	10,44
2023	2.691	5,43	7,77	8,71	11,52
2024	2.997	5,87	8,46	9,49	12,60
2025	3.311	6,31	9,15	10,29	13,71
2026	3.630	6,76	9,86	11,10	14,82
2027	3.954	7,21	10,56	11,91	15,94
2028	4.000	7,25	10,63	11,98	16,03
2029	4.042	7,29	10,68	12,04	16,11
2030	4.090	7,34	10,75	12,11	16,20
2031	4.135	7,38	10,81	12,18	16,29
2032	4.183	7,43	10,87	12,25	16,38
2033	4.231	7,48	10,94	12,32	16,48
2034	4.271	7,51	10,98	12,37	16,54
2035	4.318	7,56	11,04	12,44	16,62
2036	4.352	7,58	11,07	12,47	16,66
2037	4.394	7,62	11,12	12,52	16,73
2038	4.428	7,64	11,15	12,55	16,76
2039	4.457	7,66	11,17	12,57	16,78

Fonte: SHS, 2018.



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 distritos são apresentados do Quadro 53 ao Quadro 55, respectivamente.

Quadro 53 - Evolução da carga orgânica bruta e concentração inicial de DBO para o cenário normativo da sede do município de Lagoa Santa

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)
2018	24.996	83,70	7.231,75	54	1.349,77	186,64
2019	25.721	85,43	7.380,86	54	1.388,91	188,18
2020	30.905	97,45	8.419,71	54	1.668,89	198,21
2021	36.357	110,00	9.503,64	54	1.963,27	206,58
2022	42.084	123,08	10.633,95	54	2.272,56	213,71
2023	48.090	136,69	11.810,17	54	2.596,85	219,88
2024	54.382	150,85	13.033,34	54	2.936,61	225,32
2025	60.960	165,54	14.302,67	54	3.291,85	230,16
2026	67.840	180,79	15.620,41	54	3.663,37	234,52
2027	75.017	196,58	16.984,82	54	4.050,92	238,50
2028	76.974	200,29	17.304,71	54	4.156,60	240,20
2029	78.963	204,02	17.627,41	54	4.264,00	241,90
2030	80.953	207,72	17.946,75	54	4.371,46	243,58
2031	82.979	211,45	18.269,56	54	4.480,87	245,26
2032	85.036	215,22	18.594,77	54	4.591,94	246,95
2033	87.108	218,97	18.919,21	54	4.703,83	248,63
2034	89.184	222,69	19.240,73	54	4.815,94	250,30
2035	91.263	226,38	19.559,11	54	4.928,20	251,96



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)
2036	93.337	230,01	19.872,84	54	5.040,20	253,62
2037	95.473	233,73	20.194,62	54	5.155,54	255,29
2038	97.565	237,32	20.504,28	54	5.268,51	256,95
2039	99.541	240,61	20.788,43	54	5.375,21	258,57

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 54 - Evolução da carga orgânica bruta e concentração inicial de DBO para o cenário normativo do distrito de Lagoinha de Fora

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)
2018	293	0,98	84,91	54	15,83	186,43
2019	300	1,00	86,32	54	16,20	187,66
2020	359	1,14	98,20	54	19,40	197,58
2021	420	1,28	110,28	54	22,69	205,72
2022	488	1,43	123,75	54	26,37	213,09
2023	553	1,58	136,36	54	29,85	218,94
2024	624	1,74	150,20	54	33,70	224,38
2025	694	1,89	163,63	54	37,47	229,00
2026	771	2,07	178,47	54	41,66	233,41
2027	851	2,24	193,58	54	45,95	237,39
2028	864	2,26	195,39	54	46,66	238,78
2029	885	2,30	198,75	54	47,79	240,45
2030	902	2,33	201,29	54	48,71	241,98
2031	928	2,38	205,56	54	50,11	243,79



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)
2032	955	2,43	209,97	54	51,57	245,61
2033	975	2,47	212,98	54	52,65	247,21
2034	985	2,48	214,03	54	53,19	248,51
2035	1.008	2,52	217,56	54	54,43	250,20
2036	1.033	2,56	221,42	54	55,78	251,93
2037	1.051	2,59	223,91	54	56,75	253,46
2038	1.078	2,64	228,07	54	58,21	255,24
2039	1.098	2,67	230,87	54	59,29	256,82

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 55 - Evolução da carga orgânica bruta e concentração inicial de DBO para o cenário normativo do distrito da Lapinha

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)
2018	1.512	5,08	438,72	54	81,66	186,13
2019	1.534	5,13	443,11	54	82,81	186,89
2020	1.814	5,78	499,08	54	97,93	196,22
2021	2.098	6,43	555,40	54	113,28	203,95
2022	2.391	7,10	613,06	54	129,11	210,60
2023	2.691	7,77	671,52	54	145,30	216,38
2024	2.997	8,46	730,78	54	161,85	221,47
2025	3.311	9,15	790,98	54	178,80	226,04
2026	3.630	9,86	851,60	54	196,01	230,17
2027	3.954	10,56	912,73	54	213,52	233,93



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)
2028	4.000	10,63	918,30	54	216,00	235,22
2029	4.042	10,68	922,99	54	218,27	236,48
2030	4.090	10,75	928,79	54	220,86	237,79
2031	4.135	10,81	933,91	54	223,29	239,09
2032	4.183	10,87	939,54	54	225,88	240,42
2033	4.231	10,94	945,08	54	228,47	241,75
2034	4.271	10,98	949,00	54	230,63	243,03
2035	4.318	11,04	954,19	54	233,17	244,37
2036	4.352	11,07	956,81	54	235,01	245,62
2037	4.394	11,12	960,90	54	237,28	246,93
2038	4.428	11,15	963,39	54	239,11	248,20
2039	4.457	11,17	964,89	54	240,68	249,44

Fonte: SHS, 2018.

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.

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

Equação 20

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

Equação 21

Do Quadro 56 ao Quadro 58 apresentam para a sede e distritos a evolução da carga removida de DBO e concentração removida de DBO para o cenário previsível, considerando 70% de eficiência de remoção.



Quadro 56 - Evolução da carga orgânica removida e concentração removida de DBO para o cenário normativo da sede de Lagoa Santa

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%
2018	24.996	83,70	944,84	130,65
2019	25.721	85,43	972,24	131,72
2020	30.905	97,45	1.168,23	138,75
2021	36.357	110,00	1.374,29	144,61
2022	42.084	123,08	1.590,79	149,60
2023	48.090	136,69	1.817,79	153,92
2024	54.382	150,85	2.055,63	157,72
2025	60.960	165,54	2.304,29	161,11
2026	67.840	180,79	2.564,36	164,17
2027	75.017	196,58	2.835,64	166,95
2028	76.974	200,29	2.909,62	168,14
2029	78.963	204,02	2.984,80	169,33
2030	80.953	207,72	3.060,02	170,51
2031	82.979	211,45	3.136,61	171,68
2032	85.036	215,22	3.214,36	172,86
2033	87.108	218,97	3.292,68	174,04
2034	89.184	222,69	3.371,16	175,21
2035	91.263	226,38	3.449,74	176,38
2036	93.337	230,01	3.528,14	177,54
2037	95.473	233,73	3.608,88	178,71
2038	97.565	237,32	3.687,96	179,86
2039	99.541	240,61	3.762,65	181,00

Fonte: SHS, 2018.



Quadro 57 - Evolução da carga orgânica removida e concentração removida de DBO para o cenário normativo do distrito de Lagoinha de Fora

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%
2018	293	0,98	11,08	130,50
2019	300	1,00	11,34	131,36
2020	359	1,14	13,58	138,31
2021	420	1,28	15,88	144,00
2022	488	1,43	18,46	149,16
2023	553	1,58	20,90	153,26
2024	624	1,74	23,59	157,06
2025	694	1,89	26,23	160,30
2026	771	2,07	29,16	163,39
2027	851	2,24	32,17	166,17
2028	864	2,26	32,66	167,15
2029	885	2,30	33,45	168,32
2030	902	2,33	34,10	169,38
2031	928	2,38	35,08	170,65
2032	955	2,43	36,10	171,93
2033	975	2,47	36,86	173,04
2034	985	2,48	37,23	173,96
2035	1.008	2,52	38,10	175,14
2036	1.033	2,56	39,05	176,35
2037	1.051	2,59	39,73	177,43
2038	1.078	2,64	40,75	178,67
2039	1.098	2,67	41,50	179,78

Fonte: SHS, 2018.



Quadro 58 - Evolução da carga orgânica removida e concentração removida de DBO para o cenário normativo do distrito da Lapinha

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%
2018	1.512	5,08	57,16	130,29
2019	1.534	5,13	57,97	130,82
2020	1.814	5,78	68,55	137,36
2021	2.098	6,43	79,29	142,77
2022	2.391	7,10	90,38	147,42
2023	2.691	7,77	101,71	151,46
2024	2.997	8,46	113,29	155,03
2025	3.311	9,15	125,16	158,23
2026	3.630	9,86	137,21	161,12
2027	3.954	10,56	149,46	163,75
2028	4.000	10,63	151,20	164,65
2029	4.042	10,68	152,79	165,54
2030	4.090	10,75	154,60	166,46
2031	4.135	10,81	156,30	167,36
2032	4.183	10,87	158,12	168,29
2033	4.231	10,94	159,93	169,22
2034	4.271	10,98	161,44	170,12
2035	4.318	11,04	163,22	171,06
2036	4.352	11,07	164,51	171,93
2037	4.394	11,12	166,09	172,85
2038	4.428	11,15	167,38	173,74
2039	4.457	11,17	168,47	174,60

Fonte: SHS, 2018.



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 distritos do município em questão estão apresentados do Quadro 59 ao Quadro 61, respectivamente.

Quadro 59 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais termotolerantes para o cenário normativo da sede do município de Lagoa Santa

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária média (L/s)	Vazão sanitária média (m ³ /d)	Contribuição per capita de coliformes termotolerantes (org/hab.dia)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração (org/100 mL)
2018	24.996	83,70	7.231,75	1,00E+11	2,50E+15	3,46E+07
2019	25.721	85,43	7.380,86	1,00E+11	2,57E+15	3,48E+07
2020	30.905	97,45	8.419,71	1,00E+11	3,09E+15	3,67E+07
2021	36.357	110,00	9.503,64	1,00E+11	3,64E+15	3,83E+07
2022	42.084	123,08	10.633,95	1,00E+11	4,21E+15	3,96E+07
2023	48.090	136,69	11.810,17	1,00E+11	4,81E+15	4,07E+07
2024	54.382	150,85	13.033,34	1,00E+11	5,44E+15	4,17E+07
2025	60.960	165,54	14.302,67	1,00E+11	6,10E+15	4,26E+07
2026	67.840	180,79	15.620,41	1,00E+11	6,78E+15	4,34E+07
2027	75.017	196,58	16.984,82	1,00E+11	7,50E+15	4,42E+07
2028	76.974	200,29	17.304,71	1,00E+11	7,70E+15	4,45E+07
2029	78.963	204,02	17.627,41	1,00E+11	7,90E+15	4,48E+07
2030	80.953	207,72	17.946,75	1,00E+11	8,10E+15	4,51E+07
2031	82.979	211,45	18.269,56	1,00E+11	8,30E+15	4,54E+07
2032	85.036	215,22	18.594,77	1,00E+11	8,50E+15	4,57E+07
2033	87.108	218,97	18.919,21	1,00E+11	8,71E+15	4,60E+07
2034	89.184	222,69	19.240,73	1,00E+11	8,92E+15	4,64E+07



Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária média (L/s)	Vazão sanitária média (m ³ /d)	Contribuição per capita de coliformes termotolerantes (org/hab.dia)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração (org/100 mL)
2035	91.263	226,38	19.559,11	1,00E+11	9,13E+15	4,67E+07
2036	93.337	230,01	19.872,84	1,00E+11	9,33E+15	4,70E+07
2037	95.473	233,73	20.194,62	1,00E+11	9,55E+15	4,73E+07
2038	97.565	237,32	20.504,28	1,00E+11	9,76E+15	4,76E+07
2039	99.541	240,61	20.788,43	1,00E+11	9,95E+15	4,79E+07

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 60 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais termotolerantes para o cenário normativo do distrito de Lagoinha de Fora

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária média (L/s)	Vazão sanitária média (m ³ /d)	Contribuição per capita de coliformes termotolerantes (org/hab.dia)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração (org/100 mL)
2018	293	0,98	84,91	1,00E+11	2,93E+13	3,45E+07
2019	300	1,00	86,32	1,00E+11	3,00E+13	3,48E+07
2020	359	1,14	98,20	1,00E+11	3,59E+13	3,66E+07
2021	420	1,28	110,28	1,00E+11	4,20E+13	3,81E+07
2022	488	1,43	123,75	1,00E+11	4,88E+13	3,95E+07
2023	553	1,58	136,36	1,00E+11	5,53E+13	4,05E+07
2024	624	1,74	150,20	1,00E+11	6,24E+13	4,16E+07
2025	694	1,89	163,63	1,00E+11	6,94E+13	4,24E+07
2026	771	2,07	178,47	1,00E+11	7,71E+13	4,32E+07
2027	851	2,24	193,58	1,00E+11	8,51E+13	4,40E+07
2028	864	2,26	195,39	1,00E+11	8,64E+13	4,42E+07
2029	885	2,30	198,75	1,00E+11	8,85E+13	4,45E+07



Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária média (L/s)	Vazão sanitária média (m ³ /d)	Contribuição per capita de coliformes termotolerantes (org/hab.dia)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração (org/100 mL)
2030	902	2,33	201,29	1,00E+11	9,02E+13	4,48E+07
2031	928	2,38	205,56	1,00E+11	9,28E+13	4,51E+07
2032	955	2,43	209,97	1,00E+11	9,55E+13	4,55E+07
2033	975	2,47	212,98	1,00E+11	9,75E+13	4,58E+07
2034	985	2,48	214,03	1,00E+11	9,85E+13	4,60E+07
2035	1.008	2,52	217,56	1,00E+11	1,01E+14	4,63E+07
2036	1.033	2,56	221,42	1,00E+11	1,03E+14	4,67E+07
2037	1.051	2,59	223,91	1,00E+11	1,05E+14	4,69E+07
2038	1.078	2,64	228,07	1,00E+11	1,08E+14	4,73E+07
2039	1.098	2,67	230,87	1,00E+11	1,10E+14	4,76E+07

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 61 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais termotolerantes para o cenário normativo do distrito da Lapinha

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária média (L/s)	Vazão sanitária média (m ³ /d)	Contribuição per capita de coliformes termotolerantes (org/hab.dia)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração (org/100 mL)
2018	1.512	5,08	438,72	1,00E+11	1,51E+14	3,45E+07
2019	1.534	5,13	443,11	1,00E+11	1,53E+14	3,46E+07
2020	1.814	5,78	499,08	1,00E+11	1,81E+14	3,63E+07
2021	2.098	6,43	555,40	1,00E+11	2,10E+14	3,78E+07
2022	2.391	7,10	613,06	1,00E+11	2,39E+14	3,90E+07
2023	2.691	7,77	671,52	1,00E+11	2,69E+14	4,01E+07
2024	2.997	8,46	730,78	1,00E+11	3,00E+14	4,10E+07



Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão sanitária média (L/s)	Vazão sanitária média (m ³ /d)	Contribuição per capita de coliformes termotolerantes (org/hab.dia)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração (org/100 mL)
2025	3.311	9,15	790,98	1,00E+11	3,31E+14	4,19E+07
2026	3.630	9,86	851,60	1,00E+11	3,63E+14	4,26E+07
2027	3.954	10,56	912,73	1,00E+11	3,95E+14	4,33E+07
2028	4.000	10,63	918,30	1,00E+11	4,00E+14	4,36E+07
2029	4.042	10,68	922,99	1,00E+11	4,04E+14	4,38E+07
2030	4.090	10,75	928,79	1,00E+11	4,09E+14	4,40E+07
2031	4.135	10,81	933,91	1,00E+11	4,14E+14	4,43E+07
2032	4.183	10,87	939,54	1,00E+11	4,18E+14	4,45E+07
2033	4.231	10,94	945,08	1,00E+11	4,23E+14	4,48E+07
2034	4.271	10,98	949,00	1,00E+11	4,27E+14	4,50E+07
2035	4.318	11,04	954,19	1,00E+11	4,32E+14	4,53E+07
2036	4.352	11,07	956,81	1,00E+11	4,35E+14	4,55E+07
2037	4.394	11,12	960,90	1,00E+11	4,39E+14	4,57E+07
2038	4.428	11,15	963,39	1,00E+11	4,43E+14	4,60E+07
2039	4.457	11,17	964,89	1,00E+11	4,46E+14	4,62E+07

Fonte: SHS, 2018.

Calcula-se através da Equação 22 e Equação 23 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, a carga removida de coliformes fecais termotolerantes (CFT) e sua concentração.

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

Equação 22



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

Equação 23

Do Quadro 62 e o Quadro 64 apresentam para a sede e distritos a evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes para o cenário previsível, considerando 99,9% de eficiência de remoção.

Quadro 62 - Evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes para o cenário normativo da sede de Lagoa Santa

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
2018	24.996	83,70	2,47E+15	3,42E+07
2019	25.721	85,43	2,55E+15	3,45E+07
2020	30.905	97,45	3,06E+15	3,63E+07
2021	36.357	110,00	3,60E+15	3,79E+07
2022	42.084	123,08	4,17E+15	3,92E+07
2023	48.090	136,69	4,76E+15	4,03E+07
2024	54.382	150,85	5,38E+15	4,13E+07
2025	60.960	165,54	6,04E+15	4,22E+07
2026	67.840	180,79	6,72E+15	4,30E+07
2027	75.017	196,58	7,43E+15	4,37E+07
2028	76.974	200,29	7,62E+15	4,40E+07
2029	78.963	204,02	7,82E+15	4,43E+07
2030	80.953	207,72	8,01E+15	4,47E+07
2031	82.979	211,45	8,21E+15	4,50E+07
2032	85.036	215,22	8,42E+15	4,53E+07
2033	87.108	218,97	8,62E+15	4,56E+07



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
2034	89.184	222,69	8,83E+15	4,59E+07
2035	91.263	226,38	9,04E+15	4,62E+07
2036	93.337	230,01	9,24E+15	4,65E+07
2037	95.473	233,73	9,45E+15	4,68E+07
2038	97.565	237,32	9,66E+15	4,71E+07
2039	99.541	240,61	9,85E+15	4,74E+07

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 63 - Evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes para o cenário normativo do distrito de Lagoinha de Fora

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
2018	293	0,98	2,90E+13	3,42E+07
2019	300	1,00	2,97E+13	3,44E+07
2020	359	1,14	3,56E+13	3,62E+07
2021	420	1,28	4,16E+13	3,77E+07
2022	488	1,43	4,83E+13	3,91E+07
2023	553	1,58	5,47E+13	4,01E+07
2024	624	1,74	6,18E+13	4,11E+07
2025	694	1,89	6,87E+13	4,20E+07
2026	771	2,07	7,64E+13	4,28E+07
2027	851	2,24	8,42E+13	4,35E+07
2028	864	2,26	8,55E+13	4,38E+07



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
2029	885	2,30	8,76E+13	4,41E+07
2030	902	2,33	8,93E+13	4,44E+07
2031	928	2,38	9,19E+13	4,47E+07
2032	955	2,43	9,45E+13	4,50E+07
2033	975	2,47	9,65E+13	4,53E+07
2034	985	2,48	9,75E+13	4,56E+07
2035	1.008	2,52	9,98E+13	4,59E+07
2036	1.033	2,56	1,02E+14	4,62E+07
2037	1.051	2,59	1,04E+14	4,65E+07
2038	1.078	2,64	1,07E+14	4,68E+07
2039	1.098	2,67	1,09E+14	4,71E+07

Fonte: SHS, 2018.

Quadro 64 - Evolução da carga removida de coliformes e concentração removida de coliformes para o cenário normativo do distrito da Lapinha

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
2018	1.512	5,08	1,50E+14	3,41E+07
2019	1.534	5,13	1,52E+14	3,43E+07
2020	1.814	5,78	1,80E+14	3,60E+07
2021	2.098	6,43	2,08E+14	3,74E+07
2022	2.391	7,10	2,37E+14	3,86E+07
2023	2.691	7,77	2,66E+14	3,97E+07



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
2024	2.997	8,46	2,97E+14	4,06E+07
2025	3.311	9,15	3,28E+14	4,14E+07
2026	3.630	9,86	3,59E+14	4,22E+07
2027	3.954	10,56	3,91E+14	4,29E+07
2028	4.000	10,63	3,96E+14	4,31E+07
2029	4.042	10,68	4,00E+14	4,34E+07
2030	4.090	10,75	4,05E+14	4,36E+07
2031	4.135	10,81	4,09E+14	4,38E+07
2032	4.183	10,87	4,14E+14	4,41E+07
2033	4.231	10,94	4,19E+14	4,43E+07
2034	4.271	10,98	4,23E+14	4,46E+07
2035	4.318	11,04	4,27E+14	4,48E+07
2036	4.352	11,07	4,31E+14	4,50E+07
2037	4.394	11,12	4,35E+14	4,53E+07
2038	4.428	11,15	4,38E+14	4,55E+07
2039	4.457	11,17	4,41E+14	4,57E+07

Fonte: SHS, 2018.

Conforme comentado anteriormente, A ETE Central tem capacidade nominal de tratamento de 126 L/s, enquanto que a da ETE Vila Maria terá capacidade de 23L/s após reforma do reator. Dessa forma, as duas ETEs não teriam capacidade para tratar os esgotos da sede do município no cenário normativo, a partir do ano de 2025, uma vez que a vazão média estimada para o período extrapola a vazão que as duas comportam.



A fim de atender a demanda no horizonte de projeto, seria necessária a ampliação da capacidade de tratamento total na sede para 241L/s. Para isto, está proposto, no item 3.2.2, um local para a nova ETE para atender aos bairros ainda não atendidos, que deverá apresentar capacidade de 92 L/s.

Já para o distrito de Lagoinha de Fora, será proposto um local para instalação de ETE compacta com capacidade máxima de 3 L/s. Além disso, será indicado um local para uma ETE a fim de atender ao distrito da Lapinha, cuja demanda no fim do plano é de 12 L/s.

Do Quadro 53 ao Quadro 64 foram apresentadas a carga orgânica bruta em termos de DBO e concentração inicial de DBO, além da contribuição *per capita* de coliformes fecais termotolerantes, carga inicial de coliformes e concentração inicial de coliformes.

3.2.2. 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 Lagoa Santa e seus distritos necessitam da implantação ou ampliação do tratamento dos esgotos sanitários. 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 dispõe 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.

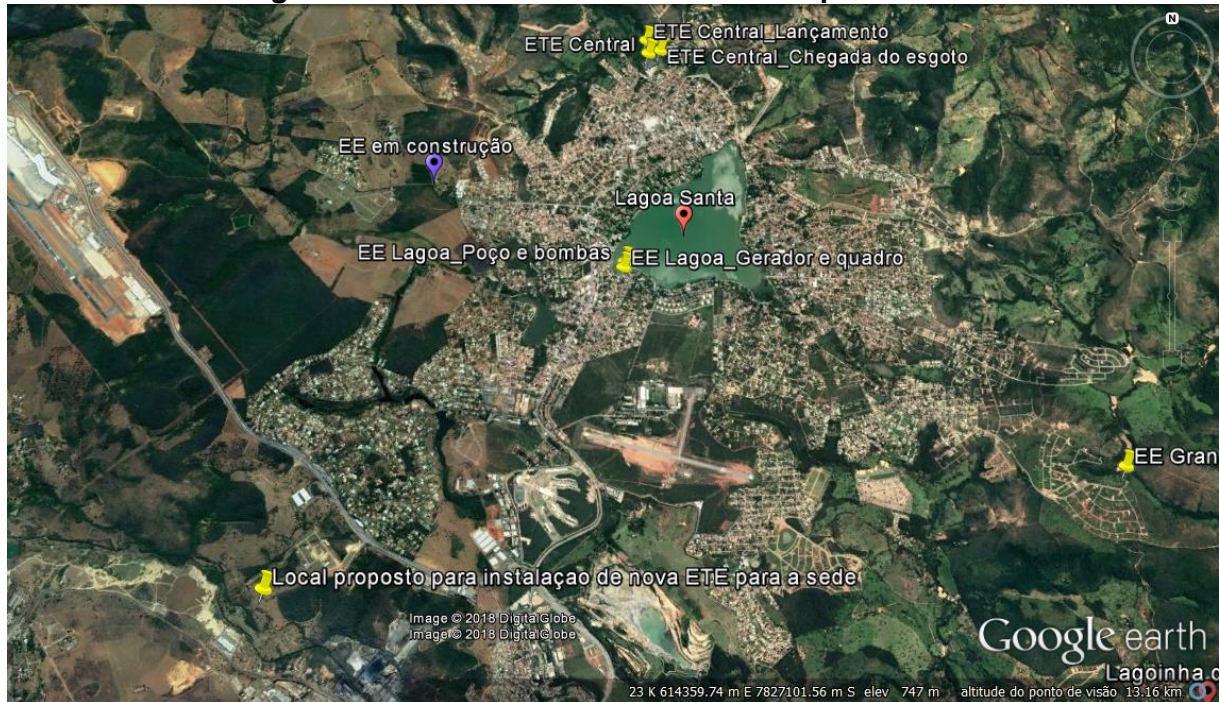
A Figura 10 apresenta o local proposto para a implantação da nova ETE na sede, a Figura 11, no distrito de Lagoinha de Fora e a Figura 12, no da Lapinha. A escolha dos lugares foi baseada nos fatores citados anteriormente, ou seja, na localização a jusante da área urbana, em fundo de vale; ao lado do corpo receptor e longe (ou não tão próximo) de áreas residenciais. Ainda, esse local encontra-se suficientemente próximo à área urbana de modo a não apresentar a necessidade de muitos investimentos em obras de interceptores.

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

- Sede: UTM 23K 611.313 m O; 7.824.057 m S.
- Lagoinha de Fora: UTM 23K 621.367 m O; 7.821.354 m S.
- Lapinha: UTM 23K 608.155 m O; 7.835.508 m S.

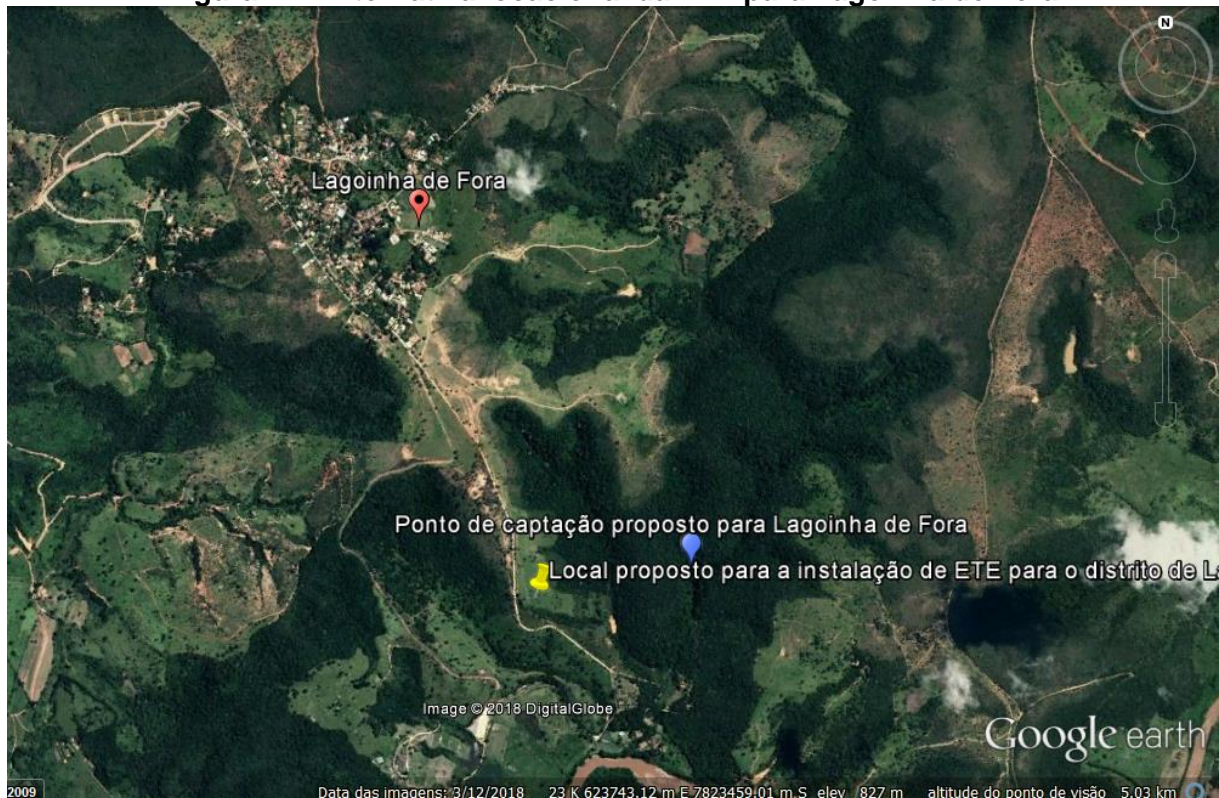
Vale ressaltar que para a sede de Lagoa Santa, o corpo receptor dos efluente da nova ETE seria o Ribeirão da Mata, para Lagoinha de Fora, o Córrego do Moinho (em ponto a jusante do ponto proposto para a captação) e para o distrito da Lapinha seria o Córrego Samambaia.

Figura 10 - Alternativa locacional da ETE para a sede



Fonte: *GoogleEarth*, 2018.

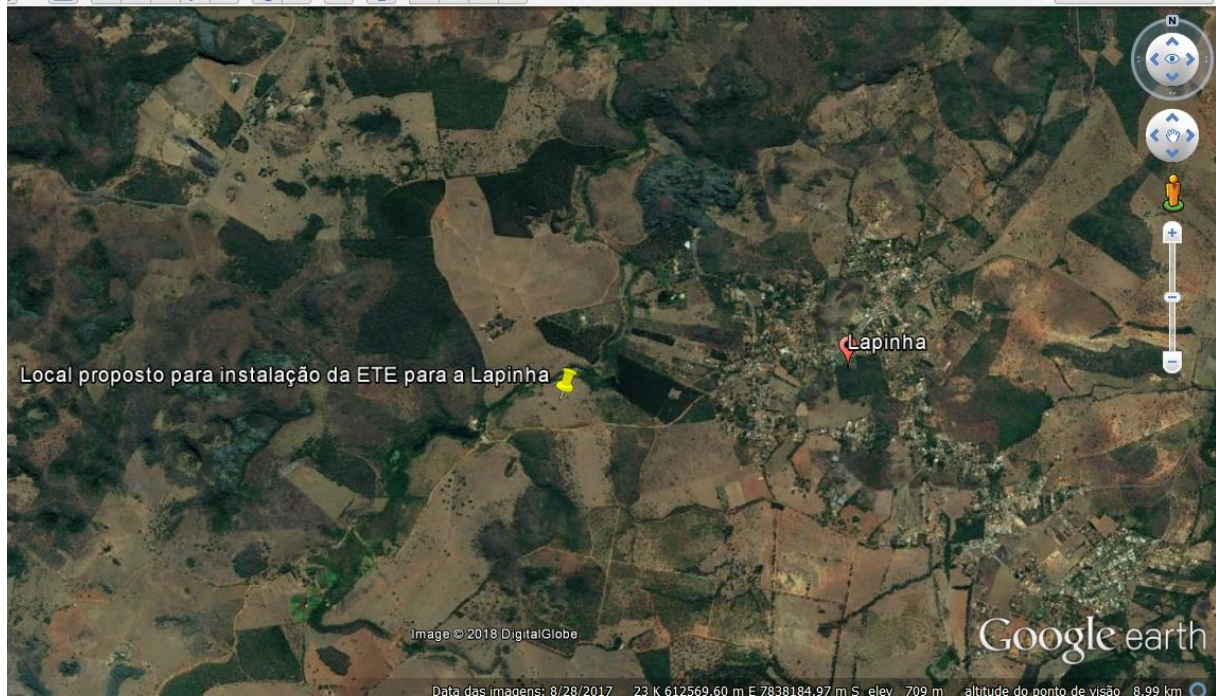
Figura 11 - Alternativa locacional da ETE para Lagoinha de Fora



Fonte: *GoogleEarth*, 2018.



Figura 12 - Alternativa locacional da ETE para a Lapinha



Fonte: *GoogleEarth*, 2018.

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 que se possa afirmar, com maior precisão técnica 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 quanto à alternativa mais viável, tanto sob o ponto de vista ambiental, quanto social e de economia global, que leva em consideração os custos de construção, operação e manutenção.

Para o município de Lagoa Santa optou-se por planejar tais ETEs em função das vazões e da topografia local. Porém, podem ser selecionados diferentes locais para implantação, dependendo do sistema de tratamento de esgotos a ser empregado. Na ocasião do projeto básico, estudar-se-á a melhor localização.

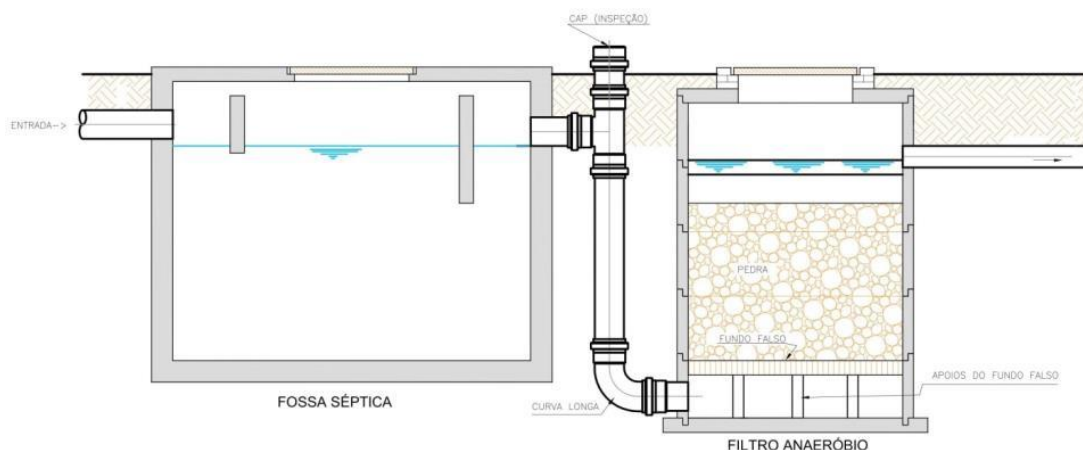
Para as localidades mais afastadas, como as áreas rurais ou o distrito de Lagoinha de Fora (com populações próximas de 1.000 habitantes), pode-se optar,

também, 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 de forma que os esgotos possam ser lançados no corpo receptor. Em outras palavras, 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, conforme 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 13, a seguir.

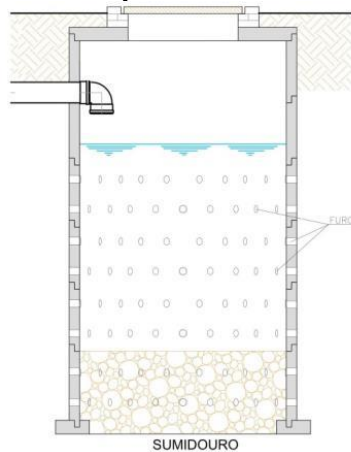
Figura 13 - Esquema do sistema de fossas/tanques sépticos em conjunto com o filtro anaeróbio



Fonte: SHS, 2018.

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 14 é apresentado um esquema de sumidouros.

Figura 14 - Esquema de um sumidouro



Fonte: SHS, 2018.

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.

3.3. Sistema de Limpeza Urbana e Manejo 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 sólidos de diversas naturezas gerados no espaço municipal, assim como o acondicionamento, o armazenamento e, se necessário, o transbordo dos 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 sólidos sejam empreendidas com o mínimo risco para operadores, população e 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.

3.3.1. Regras para as atividades de armazenamento, estocagem, transporte e disposição final dos diferentes tipos de resíduos sólidos

3.3.1.1. 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 nº 12.305 de 2010. Algumas regras e normas sobre esse tipo de resíduo estão apresentadas no Quadro 65, Quadro 66, Quadro 67 e Quadro 68.

Quadro 65 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Regras de Estocagem

Regras de estocagem segundo a Resolução CONAMA nº 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, 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 66 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Regras de Transporte

Regras de transporte segundo a Resolução CONAMA nº 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.



Regras de transporte segundo a Resolução CONAMA n° 375/06

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 67 - 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 n° 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 aquífero 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 68 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Legislação e Normas

<u>Principais resoluções nacionais</u>
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.
<u>Normas Internacionais</u>
<i>Environmental Protection Agency - EPA 40 CFR Part 503</i> . Norma para o uso ou disposição de lodo de esgoto.



3.3.1.2. Resíduos dos serviços de transporte

Os resíduos de serviços de transporte são aqueles “originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários, ferroviários e passagens de fronteira” segundo o art. 13 da Lei nº 12.305 de 2010. Segue a normatização específica para esse tipo de resíduo (Quadro 69, Quadro 70, Quadro 71, Quadro 72 e Quadro 73). A obrigação em operacionalizar e 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.

Quadro 69 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Classificação

Classificação segundo a Resolução CONAMA nº 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 70 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Regras de Coleta e Transporte

Regras de coleta e transporte segundo a Resolução CONAMA nº 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



Regras de coleta e transporte segundo a Resolução CONAMA n° 05 de 1993

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 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 71 - 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.



Regras de tratamento e disposição final segundo a Resolução CONAMA nº 05 de 1993

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 72 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Regras de Licenciamento

Regras de Licenciamento segundo a Resolução CONAMA nº 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 73 - 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.



Normas técnicas

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.

3.3.1.3. 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 nº 12.305 de 2010. A seguir são apresentadas regras, legislação aplicável e orientações gerais sobre esses resíduos (Quadro 74, Quadro 75, Quadro 76,

Quadro 77, Quadro 78, Quadro 79, Quadro 80, Quadro 81 e Quadro 82).

Quadro 74 - 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.



Classificação dos RSS segundo a Resolução RDC nº 306 de 2004 e a Resolução CONAMA nº 358 de 2005

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).

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 antisepsia 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 75 - 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 substância 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 RESÍDUOS 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 76 - 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 RESÍDUOS ORGÂNICOS.
Os resíduos do Grupo E, de risco perfurocortante, são acondicionados em caixa rígida específica.
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 77 - 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 transportá-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 78 - 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 79 - 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 destiná-los para a disposição final dentro dos padrões e normas legais.



Métodos de tratamento dos RSS: suas vantagens e desvantagens

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.

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 80 - 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



Regras de tratamento e disposição final dos RSS segundo a Resolução CONAMA nº 358 de 2005

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 81 - 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.

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 82 - 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.



<u>Principais resoluções nacionais</u>
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.
<u>Normas técnicas</u>
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).
<u>Resoluções SEMAD</u>
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.

3.3.1.4. Resíduos de mineração

Segundo a Lei nº 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 se 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 83).

Quadro 83 - Resíduos de Mineração – Normas

<u>Normas técnicas</u>
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.

3.3.1.5. 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 nº 12.305 de 2010. A legislação aplicável a esse tipo de resíduo, bem como as normas e regras gerais, estão apresentadas no Quadro 84, Quadro 85, Quadro 86, Quadro 87 e Quadro 88.



Quadro 84 - 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, 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 85 - 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 86 - 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 87 - 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 88 - 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.



Normas técnicas

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 minerárias no Estado de Minas Gerais.

3.3.1.6. 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 nº 12.305 de 2010. O Quadro 89, Quadro 90, Quadro 91, Quadro 92 e Quadro 93 apresentam as normas específicas.

Quadro 89 - 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 90 - 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 91 - 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 92 - 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. 2º 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. 5º da CONAMA nº 334/03, exigindo-os, a seu critério, em cada uma de suas etapas.

Quadro 93 - 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 agrossilvopastoris, conforme segue:

“Art. 5º 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”.



3.3.1.7. Resíduos industriais

Conhecidos como lixo industrial, os resíduos industriais (RI), segundo a Lei nº 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 94 e no Quadro 95.

Quadro 94 - 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 95 - 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.



<u>Normas técnicas</u>
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.
<u>Deliberações COPAM</u>
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.

3.3.1.8. Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestação de serviço

Os resíduos de estabelecimento comerciais e prestação de serviço são aqueles gerados por supermercados, estabelecimentos bancários, lojas, bares, restaurantes, entre outros. Sua composição compreende grande quantidade de material reciclável (papel, plástico, embalagens diversas), resíduos de higiene (papel toalha e 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 96,

Quadro 97, Quadro 98 e Quadro 99) 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 96 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais – Regras de sobre óleos lubrificantes, pilhas e baterias, pneus inservíveis, embalagens de agrotóxico, lixo eletrônico e lâmpadas fluorescentes

<p>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)</p>
<p>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.</p>
<p>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.</p>
<p>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.</p>
<p>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.</p>
<p>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.</p>
<p>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, obedecendo as normas e instruções dos órgãos registrantes e sanitário-ambientais competentes.</p>
<p>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.</p>



Quadro 97 - 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 <i>containers</i> , 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 98 - 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 99 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais – Legislação e Normas

<u>Leis e decretos federais</u>
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.
<u>Principais resoluções nacionais</u>
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.



<u>Principais resoluções nacionais</u>
Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005. Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado.
<u>Normas técnicas</u>
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.

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

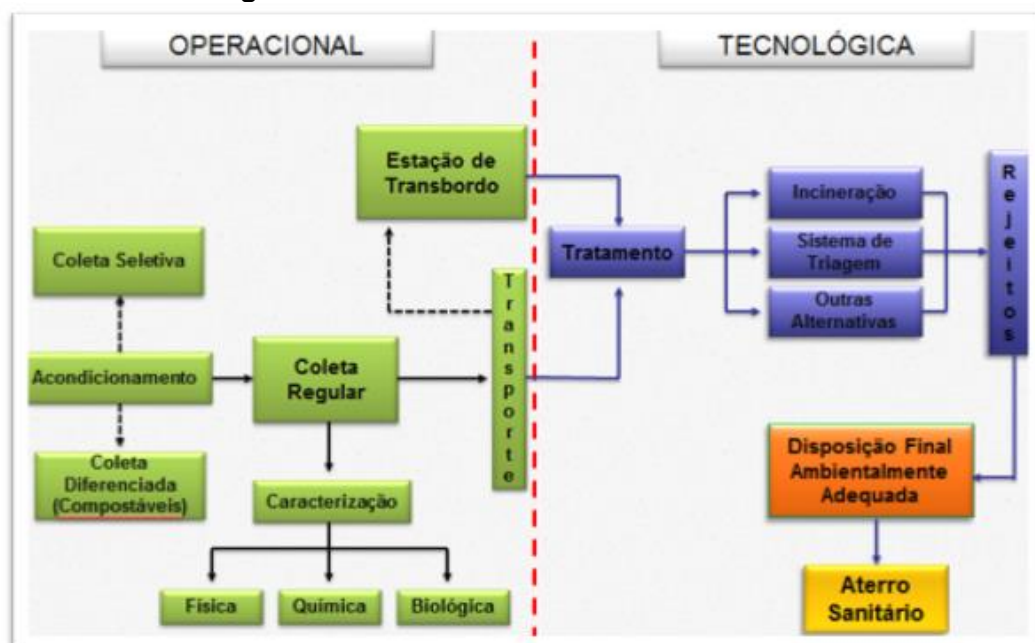
A gestão dos resíduos urbanos não se resume a uma coleta eficiente e disposição adequada dos resíduos sólidos. Engloba também a adoção de diversos procedimentos operacionais nos serviços públicos de limpeza urbana, os quais podem representar significativa otimização desses serviços, tais como: formas de acondicionamento de resíduos sólidos 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 da guarnição, etc.); adoção de campanhas educativas para a população sobre o descarte adequado de resíduos sólidos; estabelecimento de estrutura adequada nos Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) e formas adequadas de comunicação, tanto para a equipe de guarnição quanto para a população em geral, sobre todos esses procedimentos.

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 15 apresenta um modelo geral da gestão dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

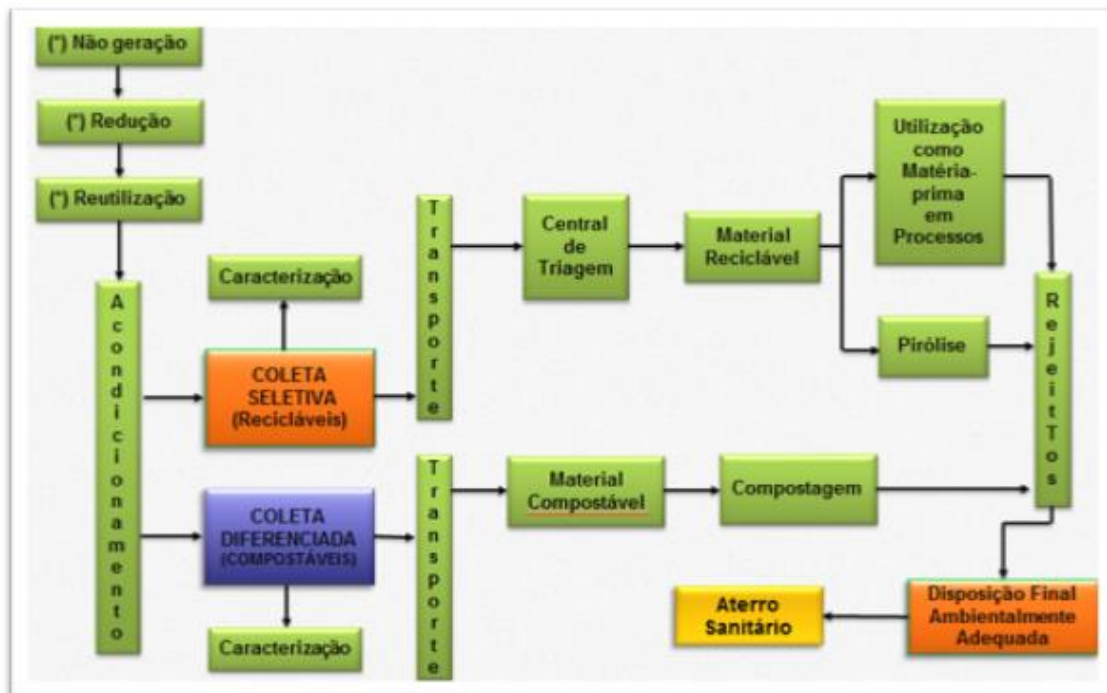
Figura 15 - Gestão dos resíduos domiciliares



Fonte: SCHALCH et. al., 2002.

A seguir é apresentado um diagrama dos procedimentos para não geração, redução, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos (Figura 16).

Figura 16 - Procedimentos para não geração, redução, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos



Fonte: SCHALCH et. al., 2002.

3.3.2.1. 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, descrito por Matos e Schalch (2007), que utilizam para o referido trabalho uma amostra de 200 kg obtida por essa técnica.

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 3 m³.



- É indicado que a coleta seja de segunda a quinta-feira e em diferentes setores do município.
- Dispor os resíduos sólidos 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 °C por um dia, ou por dois dias consecutivos a 75 °C.
- 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.

3.3.2.2. 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, incluindo a carga, se a coleta for manual;
- Possuir dispositivos que facilitem a locomoção.
- Ser hermético, a fim de evitar o derramamento ou exposição dos resíduos;
- Não permitir o contato com perfuro-cortantes, de forma a evitar acidentes.
- Ter preço acessível para a população.
- Permitir um transporte sem muitos ruídos.
- Não reter resíduos no fundo, o que facilita seu esvaziamento.



É recomendado que sejam recipientes não retornáveis, 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 9.191, 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 1.500 litros. Esses recipientes são basculados por caminhões compactadores.

3.3.2.3. Coleta e transporte

Por conta das características climáticas do país, o tempo entre a geração do resíduo domiciliar e sua disposição final não deve ser maior que uma semana, o que evita mau cheiro excessivo e proliferação de vetores de doenças e animais peçonhentos. A frequência mínima recomendada para a coleta de resíduos domésticos orgânicos em um 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. 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 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 muitos resíduos sólidos e pequena extensão se equivalem a áreas com poucos resíduos sólidos e grande extensão, sendo considerado o seguinte conceito físico: *Trabalho = Força x Deslocamento*. É importante considerar as características físicas individuais dos coletores, para que se busque um equilíbrio.

As rotinas de coleta devem ser amplamente divulgadas através de cartazes, folhetos explicativos, chamadas nas rádios locais, de forma que a população tenha conhecimento, em todos os bairros da cidade, dos dias e horários em que deve disponibilizar os resíduos sólidos 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 o 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 vestibulo (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 realizar 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 hidráulicamente 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 final 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 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:

- Colocar as orientações em locais de fácil visualização.
- Utilizar linguagem acessível.
- Utilizar ilustrações.

Para dimensionar os roteiros da coleta regular é preciso ter conhecimento das quantidades de resíduos sólidos produzidas por cada 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 sólido gerada por habitante, por dia, que pode variar entre 0,35 kg e 1,00 kg. Se o índice para o município for de 0,80 kg e a população for de 20.000 habitantes, a quantidade de lixo a ser recolhida em um dia de coleta será: $20.000 \text{ hab.} \times 0,80 \text{ kg/hab./dia} = 16.000 \text{ kg/dia}$. 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 sólidos.

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

O desenvolvimento de um planejamento estratégico é fundamental para melhoria das condições da gestão do SLUMRS e baseia-se na análise do diagnóstico, na avaliação das demandas e carências identificadas; e na Política Nacional de Saneamento Básico, que estabelece as diretrizes para a universalização dos serviços, de forma a garantir a toda população o acesso aos serviços com qualidade e em



quantidade suficiente a sua necessidade, a melhoria da qualidade de vida e das condições ambientais. Vale ressaltar que o planejamento do sistema requer a participação, não só de técnicos e especialistas, mas também da população, das diferentes instituições e de grupos terceiros envolvidos na prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

3.3.3.1. Resíduos sólidos domiciliares

Utilizando a metodologia apresentada pelo Ministério do Meio Ambiente (2013), é possível prever o crescimento da demanda pelos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos a partir da projeção populacional, considerando a geração de resíduos sólidos urbanos, *per capita*, até o ano de 2039. De acordo com informações levantadas no diagnóstico técnico-participativo, a média de RSU gerada no ano de 2017, *per capita*, foi de 0,64 kg/hab.dia, e será utilizada nessa projeção. O Quadro 100 apresenta a projeção da geração de resíduos sólidos, ano a ano, para o horizonte de planejamento (20 anos).



Quadro 100 - Projeção da geração de resíduos sólidos no horizonte do PMSB

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)	População Rural (hab)	Geração per capita (kg/hab/dia)	Geração diária de resíduos sólidos (ton/dia)	Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano)
2018	67.855	62.810	5.045	0,64	43,4	15.851
2019	69.782	64.575	5.207	0,64	44,7	16.301
2020	71.762	66.374	5.388	0,64	45,9	16.764
2021	73.776	68.198	5.578	0,64	47,2	17.234
2022	75.851	70.071	5.780	0,64	48,5	17.719
2023	77.945	71.961	5.984	0,64	49,9	18.208
2024	80.075	73.888	6.187	0,64	51,2	18.706
2025	82.238	75.834	6.404	0,64	52,6	19.211
2026	84.433	77.818	6.615	0,64	54,0	19.724
2027	86.668	79.822	6.846	0,64	55,5	20.246
2028	88.904	81.838	7.066	0,64	56,9	20.768
2029	91.179	83.890	7.289	0,64	58,4	21.299
2030	93.477	85.945	7.532	0,64	59,8	21.836
2031	95.821	88.042	7.779	0,64	61,3	22.384
2032	98.201	90.174	8.027	0,64	62,8	22.940
2033	100.590	92.314	8.276	0,64	64,4	23.498
2034	102.967	94.440	8.527	0,64	65,9	24.053
2035	105.377	96.589	8.788	0,64	67,4	24.616
2036	107.777	98.722	9.055	0,64	69,0	25.177
2037	110.267	100.918	9.349	0,64	70,6	25.758
2038	112.699	103.071	9.628	0,64	72,1	26.326
2039	114.988	105.096	9.892	0,64	73,6	26.861

Fonte: SHS, 2018.



A partir da análise dos dados apresentados no Quadro 100, é possível observar que a geração de resíduos sólidos poderá atingir 26.861 toneladas no ano de 2039, caso não sejam implementadas medidas para redução da geração, reaproveitamento e reciclagem dos resíduos. Por isso, é necessário adequar o sistema de gerenciamento de resíduos sólidos de Lagoa Santa, a fim de atender à demanda futura.

3.3.3.2. 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 dados fornecidos pela Prefeitura Municipal. A quantidade de material reciclável coletada mensalmente pela ASCAMARE, no município, é de aproximadamente 70 toneladas, ou seja, 47% do total gerado, que gira em torno de 150 toneladas. Com a implantação do Parque Socioambiental Reciclar, a expectativa é que o número de associados passe de 28 para 60 e que 100% desse material seja coletado em no máximo até 2 anos, totalizando 220 toneladas por mês, considerando também o que é coletado no Aeroporto Internacional de Confins (mais 70 toneladas). Quando essa meta for atingida, o objetivo será mantê-la em 100%.

Considerou-se 53% a parcela de resíduos recicláveis gerada no município que não é coletada, para projetar uma redução de 100% no envio desse tipo de resíduo ao aterro sanitário em até 2 anos, conforme fora mencionado acima. Dessa maneira, projetou-se uma redução de 30% em 2018, 70% em 2019 e 100% em 2020. Assim, o quadro abaixo apresenta o cenário projetado para a redução do material enviado ao aterro sanitário, considerando somente o reaproveitamento dos resíduos secos passíveis de reciclagem.



Quadro 101 - Metas para redução de resíduos secos recicláveis enviados ao aterro sanitário

Ano	Quantidade de resíduos sólidos gerados (ton/ano)	Quantidade de resíduos recicláveis secos enviada ao aterro sanitário (ton/ano)	Percentual de aproveitamento dos resíduos recicláveis secos	Quantidade de resíduos recicláveis secos aproveitados (ton/ano)	Quantidade de resíduos sólidos enviada ao aterro sanitário (ton/ano)
2018	15.851	954	30%	286	15.565
2019	16.301	981	70%	686	15.615
2020	16.764	1.008	100%	1.008	15.756
2021	17.234	1.037	100%	1.037	16.197
2022	17.719	1.066	100%	1.066	16.653
2023	18.208	1.095	100%	1.095	17.113
2024	18.706	1.125	100%	1.125	17.581
2025	19.211	1.156	100%	1.156	18.055
2026	19.724	1.186	100%	1.186	18.538
2027	20.246	1.218	100%	1.218	19.028
2028	20.768	1.249	100%	1.249	19.519
2029	21.299	1.281	100%	1.281	20.018
2030	21.836	1.314	100%	1.314	20.522
2031	22.384	1.347	100%	1.347	21.037
2032	22.940	1.380	100%	1.380	21.560
2033	23.498	1.414	100%	1.414	22.084
2034	24.053	1.447	100%	1.447	22.606
2035	24.616	1.481	100%	1.481	23.135
2036	25.177	1.515	100%	1.515	23.662
2037	25.758	1.549	100%	1.549	24.209
2038	26.326	1.584	100%	1.584	24.742
2039	26.861	1.616	100%	1.616	25.245

Fonte: SHS, 2018.



3.3.3.3. Resíduos orgânicos gerados nos domicílios, feiras, varejões, restaurantes e supermercados.

A matéria orgânica gerada no município é passível de ser destinada a processos de tratamento, podendo ser considerada resíduo úmido reciclável. De acordo com um estudo gravimétrico realizado para os resíduos sólidos gerados em Belo Horizonte, têm-se que aproximadamente 49% dos resíduos são orgânicos e, do total de orgânicos, 75% é gerado em domicílios, feiras, varejões, restaurantes e supermercados. Se utilizarmos as mesmas proporções para Lagoa Santa, tem-se que 25% dos resíduos orgânicos gerados, que são provenientes de poda e capina, são enviados à área do futuro Parque Socioambiental Reciclar e 75% dos resíduos orgânicos são destinados ao aterro sanitário de Betim.

Considerou-se uma parcela de 37% ($49\% \times 75\%$) dos resíduos orgânicos que são enviados ao aterro sanitário de Betim, e uma meta de reciclagem destes de 100%, a ser alcançada em 2039. Assim, o Quadro 102 apresenta o cenário projetado para a redução (incidente sobre os parâmetros atuais de disposição) dos resíduos sólidos a serem dispostos no aterro, considerando somente o reaproveitamento dos resíduos úmidos passíveis de reciclagem.

Quadro 102 - Metas para redução de resíduos orgânicos domésticos enviados ao aterro sanitário

Ano	Quantidade de resíduos sólidos gerados (ton/ano)	Quantidade de resíduos orgânicos enviada ao aterro sanitário (ton/ano)	Percentual de aproveitamento dos resíduos orgânicos (%)	Quantidade de resíduos orgânicos aproveitados (ton/ano)	Quantidade de resíduos sólidos enviada ao aterro sanitário (ton/ano)
2018	15.851	5.825	0	0	15.851
2019	16.301	5.991	5	300	16.001
2020	16.764	6.161	10	616	16.148
2021	17.234	6.333	15	950	16.284
2022	17.719	6.512	20	1.302	16.417
2023	18.208	6.691	25	1.673	16.535



Ano	Quantidade de resíduos sólidos gerados (ton/ano)	Quantidade de resíduos orgânicos enviada ao aterro sanitário (ton/ano)	Percentual de aproveitamento dos resíduos orgânicos (%)	Quantidade de resíduos orgânicos aproveitados (ton/ano)	Quantidade de resíduos sólidos enviada ao aterro sanitário (ton/ano)
2024	18.706	6.874	30	2.062	16.644
2025	19.211	7.060	35	2.471	16.740
2026	19.724	7.249	40	2.899	16.825
2027	20.246	7.440	45	3.348	16.898
2028	20.768	7.632	50	3.816	16.952
2029	21.299	7.827	55	4.305	16.994
2030	21.836	8.025	60	4.815	17.021
2031	22.384	8.226	65	5.347	17.037
2032	22.940	8.430	70	5.901	17.039
2033	23.498	8.636	75	6.477	17.021
2034	24.053	8.839	80	7.072	16.981
2035	24.616	9.046	85	7.689	16.927
2036	25.177	9.253	90	8.327	16.850
2037	25.758	9.466	95	8.993	16.765
2038	26.326	9.675	100	9.675	16.651
2039	26.861	9.871	100	9.871	16.990

Fonte: SHS, 2018.

3.3.3.4. Resíduos de Construção Civil (RCC)

As informações cedidas pela Prefeitura Municipal de Lagoa Santa com relação à quantidade de Resíduos de Construção Civil gerada diariamente são inconsistentes e, por isso, não há a possibilidade de se calcular a demanda futura e implementar metas para redução da geração desse tipo de resíduo, caso seja necessário, considerando a



capacidade do Aterro de RCC Classe A de 190 m³/dia e sua vida útil até dezembro de 2021.

3.3.3.5. Rejeitos

Os rejeitos podem ser definidos como resíduos sólidos que não podem ser aproveitados, cuja disposição final ambientalmente adequada é realizada em aterro sanitário. A destinação de resíduos recicláveis secos e úmidos para processos de reciclagem e compostagem, respectivamente, reduz, de forma significativa, a quantidade de material disposta em aterros.

O Quadro 103 apresenta o cenário projetado para Lagoa Santa em relação aos rejeitos, considerando o cumprimento das metas estabelecidas anteriormente para reaproveitamento dos resíduos recicláveis secos e orgânicos.

Quadro 103 - Cenário projetado para os rejeitos enviados ao aterro sanitário

Ano	Quantidade de resíduos sólidos gerados (ton/ano)	Quantidade de resíduos recicláveis secos aproveitados (ton/ano)	Quantidade de resíduos orgânicos aproveitados (ton/ano)	Quantidade de resíduos sólidos enviados ao aterro sanitário (ton/ano)	Porcentagem de resíduos sólidos aproveitados não enviados ao aterro sanitário (%)
2018	15.851	286	0	15.565	1,8
2019	16.301	686	300	15.315	6,0
2020	16.764	1.008	616	15.140	9,7
2021	17.234	1.037	950	15.247	11,5
2022	17.719	1.066	1.302	15.351	13,4
2023	18.208	1.095	1.673	15.440	15,2
2024	18.706	1.125	2.062	15.519	17,0
2025	19.211	1.156	2.471	15.584	18,9
2026	19.724	1.186	2.899	15.639	20,7
2027	20.246	1.218	3.348	15.680	22,6
2028	20.768	1.249	3.816	15.703	24,4
2029	21.299	1.281	4.305	15.713	26,2



Ano	Quantidade de resíduos sólidos gerados (ton/ano)	Quantidade de resíduos recicláveis secos aproveitados (ton/ano)	Quantidade de resíduos orgânicos aproveitados (ton/ano)	Quantidade de resíduos sólidos enviados ao aterro sanitário (ton/ano)	Porcentagem de resíduos sólidos aproveitados não enviados ao aterro sanitário (%)
2030	21.836	1.314	4.815	15.707	28,1
2031	22.384	1.347	5.347	15.690	29,9
2032	22.940	1.380	5.901	15.659	31,7
2033	23.498	1.414	6.477	15.607	33,6
2034	24.053	1.447	7.072	15.534	35,4
2035	24.616	1.481	7.689	15.446	37,3
2036	25.177	1.515	8.327	15.335	39,1
2037	25.758	1.549	8.993	15.216	40,9
2038	26.326	1.584	9.675	15.067	42,8
2039	26.861	1.616	9.871	15.374	42,8

Fonte: SHS, 2018.

Como apontado pelos dados apresentados no Quadro 103, a quantidade de resíduos dispostos em aterros sanitários é significativamente reduzida quando se procede com a reciclagem de ao menos parte dos resíduos 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, para o ano de 2039, seria de 26.861 toneladas. Entretanto, caso atingidas as metas de reciclagem dos resíduos recicláveis secos e dos resíduos orgânicos, haveria uma redução de 42,8%, e a quantidade de resíduos aterrados seria de 15.374. 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 permite, 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 de recicláveis, gerando alternativas de emprego e renda. Outro aspecto interessante é o uso dos insumos orgânicos gerados pelo processo de compostagem em hortas comunitárias e áreas verdes públicas, bem como a comercialização dos mesmos.

3.3.4. 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.

3.3.4.1. Panorama do setor

O Quadro 104 apresenta a evolução de despesas e receitas associadas à prestação de serviços de manejo de resíduos sólidos do município de Lagoa Santa, conforme dados do SNIS e da Prefeitura Municipal.

Quadro 104 - Informações econômico-financeiras do sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

Nome do indicador	Descrição	Unidade	Ano de Referência		
			2015	2016	2017
IN023	Custo unitário médio do serviço de coleta (RDO + RPU)	R\$/tonelada	281,23	273,12	226,68
FN221	Receita orçada com serviços de manejo de RSU	R\$/ano	3.000.000,00	3.680.000,00	-
FN222	Receita arrecadada com serviços de manejo de RSU	R\$/ano	2.572.202,00	3.361.847,68	3.561.336,78
IN011	Receita arrecadada per capita com taxas ou outras formas de cobrança pela prestação de serviços de manejo de RSU	R\$/habitante/ano	46,17	59,34	57,67



Nome do indicador	Descrição	Unidade	Ano de Referência		
			2015	2016	2017
FN208	Despesa total com o serviço de coleta de RDO e RPU	R\$/ano	3.102.000,00	4.147.672,20	4.260.000,00
IN002	Despesa média por empregado alocado nos serviços do manejo de RSU	R\$/empregado	25.486,76	35.514,16	-
IN004	Incidência das despesas com empresas contratadas para execução de serviços de manejo RSU	%	100,00	100,00	100,00
IN005	Autossuficiência financeira da Prefeitura, com o manejo de RSU	%	74,76	73,95	-
IN006	Despesa per capita com manejo de RSU, em relação à população urbana	R\$/habitante	61,77	80,24	83,73
FN211	Despesa total com a coleta de RSS	R\$/ano	39.600,00	48.140,40	-
FN214	Despesa total com o serviço de varrição	R\$/ano	299.112,00	350.000,00	654.000,00
IN046	Incidência do custo do serviço de varrição no custo total com manejo de RSU	%	8,69	7,70	13,30
FN220	Despesa total com serviços de manejo de RSU	R\$/ano	3.440.712,00	4.545.812,60	4.914.000,00
	RSU: Resíduos Sólidos Urbanos; RDO: Resíduos Sólidos Domiciliares e Resíduos Comerciais com Características Similares; RPU: Resíduos Sólidos Públicos; RCC: Resíduos de Construção Civil e Demolição; RSS: Resíduos dos Serviços de Saúde.				

Fonte: Prefeitura Municipal de LS; SNIS, 2018.



A partir da análise dos dados apresentados acima, é possível notar que o município tem receita com o serviço de manejo dos resíduos sólidos urbanos, mas essas receitas são inferiores às despesas, resultando em *déficit* econômico, inviabilizando a sustentabilidade financeira do sistema. O *déficit* no ano de 2015 foi de R\$ 868.510,00; em 2016 o valor aumentou para R\$ 1.183.964,92 e, em 2017, passou para R\$ 1.352.663,22. 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 nº 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).

3.3.4.2. Princípio da isonomia

Segundo o que está disposto na 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 conseqüentemente do custo dos serviços de coleta e remoção de lixo, contemplando, aqui, inclusive, o inciso IV, § 1º do art. 29 da Lei nº 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.



3.3.4.3. 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 nº 11.445/07.

3.3.4.4. Metodologias de cálculo da taxa de coleta de lixo

Os modelos apresentados seguem as diretrizes estabelecidas pela Lei Federal nº 11.445, de 05/01/2007, que trata das diretrizes nacionais para o saneamento básico. Cabe destacar, também, que o conteúdo dessa proposta se molda ao disposto na Súmula Vinculante nº 19 do Supremo Tribunal Federal – STF, que estabelece:

“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”.

No caso em apreço, trata-se de uma taxa de serviços que, aos moldes da Súmula Vinculante nº 19, é uma atuação estatal única e determinada fruída em separado por cada contribuinte.

3.3.4.4.1. 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 no município.

Desta maneira, é possível simular quanto teria sido a TCL (taxa de contribuição de lixo) no município em 2017. De acordo com a projeção do IBGE, a população total de Lagoa Santa para o ano de 2017 era de 61.752 habitantes. Considerando a população urbana igual a 95% desse total, teríamos 58.664 habitantes e, considerando uma média de 3,3 habitantes por domicílio, estima-se que existiam 17.777 domicílios no município. 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, igual a R\$4.260.000,00, pelo número estimado de domicílios atendidos, igual a 17.777, a taxa anual de coleta de lixo seria de R\$240,00, 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.

3.3.4.4.2. 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 acordo com a seguinte fórmula:

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

Para os geradores que não ultrapassam 100 L/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 100 L.
- ✓ Restos de móveis, de colchões, de utensílios, de mudanças e outros similares, em pedaços, que fiquem contidos em recipiente de até 100 L.
- ✓ Animais mortos, de pequeno porte.

- **Médio gerador**

Enquadram-se nesta categoria os estabelecimentos comerciais e industriais que geram entre 100 e 200 L/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 200 L/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 que a Prefeitura Municipal colete seus resíduos sólidos, 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 100 L/dia.
- ✓ Restos de limpeza e de poda que excedam o volume de 100 L.
- ✓ Resíduos industriais ou comerciais, não perigosos, de volume superior a 100 L.
- ✓ Entulho, terra e sobras de materiais de construção com volume superior a 50 L.

3.3.4.4.3. 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 resíduos sólidos 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 em função 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.

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

A fim de ilustrar a metodologia, foi realizada uma simulação considerando UFM = R\$ 20,00 e os fatores de referência da Tabela 1, 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 1 - 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, 2018.

Assim, foram simuladas as taxas de coleta de lixo baseadas neste método para imóveis hipotéticos de áreas construídas de 50 e 100 m² de cada zona determinada (Tabela 2).

Tabela 2 - Simulação das taxas de coleta de lixo baseadas na área construída do imóvel

Zona	Fator de referência	Área construída (m ²)	Taxa anual de coleta de lixo (R\$)	Taxa mensal de coleta de lixo (R\$)
Residencial 1	0,10	50	R\$ 150,00	R\$ 12,50
Residencial 1	0,10	100	R\$ 300,00	R\$ 25,00
Residencial 2	0,15	50	R\$ 200,00	R\$ 16,67
Residencial 2	0,15	100	R\$ 400,00	R\$ 33,33
Residencial 3	0,20	50	R\$ 250,00	R\$ 20,83
Residencial 3	0,20	100	R\$ 500,00	R\$ 41,67
Comercial 1	0,25	50	R\$ 300,00	R\$ 25,00
Comercial 1	0,25	100	R\$ 600,00	R\$ 50,00
Comercial 2	0,40	50	R\$ 500,00	R\$ 41,67
Comercial 2	0,40	100	R\$ 1.000,00	R\$ 83,33

Fonte: SHS, 2018.



3.3.4.4.4. 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.

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

É possível simular quanto teria sido essa taxa no município de Lagoa Santa, 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 58.664 habitantes, total de 17.777 domicílios e custo total dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos de R\$4.260.000,00. De acordo com informações fornecidas pela COPASA, o consumo *per capita* de água em 2017 foi de 192,3 L/hab.dia.

A partir desses valores, foram simuladas as taxas de coleta de lixo urbano que seriam aplicadas para domicílios com consumo anual de água de 50, 100, 150 e 200 m³ (Tabela 3). Como é possível observar, essa metodologia permite que o pagamento da taxa seja proporcional à geração de resíduos sólidos pela economia, observando o princípio do poluidor-pagador.



Tabela 3 - 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\$ 77,16	R\$ 6,43
100	R\$ 115,75	R\$ 9,65
150	R\$ 154,33	R\$ 12,86
200	R\$ 192,91	R\$ 16,08

Fonte: SHS, 2018.

3.3.4.4.5. 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, com o intuito 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:

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

Na qual o fator água se dá pela seguinte equação:

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

A fim de ilustrar a metodologia, foi realizada uma simulação considerando os fatores de referência da Tabela 4.



Tabela 4 - 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, 2018.

Assim, foram simuladas as taxas calculadas por este método para economias hipotéticas de 100 m² de área construída em cada zona determinada. Para os imóveis residenciais, os cálculos foram realizados considerando-se dois valores diferentes de consumo anual de água: 100 e 200 m³. Já para os imóveis comerciais, foram considerados 150 e 300 m³. Os resultados da simulação estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Fatores de referência hipotéticos para o cálculo da taxa de coleta de lixo baseado no consumo de água

Zona	FR	Área (m ²)	Consumo de água (m ³)	Taxa anual	Taxa mensal
Residencial 1	0,30	100	100	R\$ 53,15	R\$ 4,43
Residencial 1	0,30	100	200	R\$ 76,30	R\$ 6,36
Residencial 2	0,60	100	100	R\$ 83,15	R\$ 6,93
Residencial 2	0,60	100	200	R\$ 106,30	R\$ 8,86
Residencial 3	0,90	100	100	R\$ 113,15	R\$ 9,43
Residencial 3	0,90	100	200	R\$ 136,30	R\$ 11,36
Comercial 1	1,00	100	150	R\$ 134,72	R\$ 11,23
Comercial 1	1,00	100	300	R\$ 169,45	R\$ 14,12
Comercial 2	1,50	100	150	R\$ 184,72	R\$ 15,39
Comercial 2	1,50	100	300	R\$ 219,45	R\$ 18,29

Fonte: SHS, 2018.



Embora ausente nessa 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 nº 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 sólidos.
- ✓ 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.

3.3.4.5. 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 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, observam-se 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 no 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 prestadoras 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, quando esta for aplicada.



3.3.5. 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 sólidos. Tal situação implica necessariamente em atualizações do sistema de gerenciamento, podendo apresentar variações nos custos, nas estratégias de gestão e nas possibilidades de áreas propícias e adequadas para a disposição final.

No município de Lagoa Santa é inviável a implantação de um aterro sanitário devido à presença da APA Carste de Lagoa Santa e pela proximidade do território municipal ao Aeroporto Internacional de Confins. Os aterros sanitários atraem aves, podendo aumentar o risco de colisões das mesmas com as aeronaves durante o pouso ou decolagem. Por conta disso, é importante o município recorrer à opção de firmar consórcios com outros municípios para realizar a destinação final adequada dos diversos tipos de resíduos sólidos. Os consórcios são muito importantes e incentivados pela Legislação Federal, pois permitem a redução dos custos, a otimização do uso dos equipamentos, de recursos humanos e financeiros, além de serem mais viáveis do ponto de vista ambiental.

3.3.6. 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 nº 307/02, em seu art. 3º, classifica os Resíduos da Construção Civil (RCC) da seguinte forma:



Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, a saber: 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 sólidos 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 13.896/1997– Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação.
- NBR 15.113/2004 – 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 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 15.113/04 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação, estabelece alguns aspectos a serem avaliados para verificar a adequabilidade de um local. São eles: 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 13.896/97 – Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para Projeto, Implantação e Operação – Procedimento, propõe algumas considerações indispensáveis, entre as quais se destacam:

- 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 homogêneo de materiais com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-5} cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 m.
 - 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 200 m 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 da erosão, da formação de poeira e da dispersão 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 1,5 m de solo insaturado. O nível do lençol freático deve ser medido durante a época de maior precipitação pluviométrica da região.
 - c) O aterro deve ser executado em áreas onde haja a predominância no subsolo de material com coeficiente de permeabilidade inferior a 5×10^{-5} cm/s.
 - d) O aterro só poderá ser construído se estiver em conformidade com a legislação local de uso e ocupação do solo.

A escolha para instalação de uma área de triagem e transbordo (ATT), definida pela NBR 15.112/04, é meramente econômica e estratégica, pois se trata de uma atividade de simples triagem e movimentação de massas.



3.3.7. 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 reuso e reciclagem, até a destinação adequada para cada classe (MIRANDA et al, 2009).

Para analisar a viabilidade de implantação de uma usina de reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição em Lagoa Santa, é necessário calcular a demanda futura para esse tipo de resíduo. Como os dados fornecidos pela Prefeitura Municipal são inconsistentes, neste momento torna-se impossível a realização deste estudo.

3.4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais

3.4.1. 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 escoar na maior parte do tempo, e o leito maior, onde as inundações ocorrem quando o escoamento atinge níveis superiores ao leito menor, ocupando o leito maior. Os impactos pela inundações 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, aumentando a frequência e a magnitude das enchentes e elevando o risco da ocorrência de inundações em ocupações irregulares.

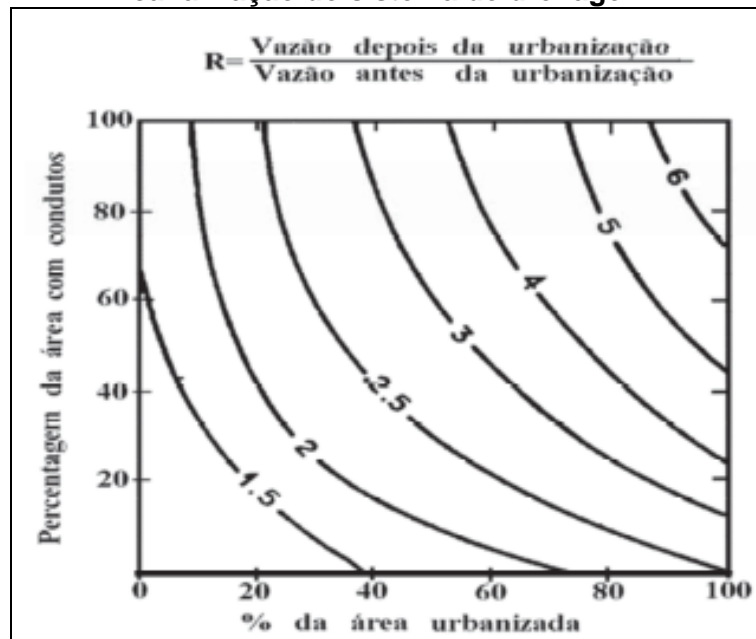
Segundo Tucci (2008), à medida que a cidade se urbaniza, ocorrem os seguintes impactos:

- 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 desordenada com que a infraestrutura urbana é implantada, haja vista ocorrências 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) obstrução de rios, canais e condutos por resíduos sólidos e sedimentos; (d) projetos e obras de drenagem inadequados, com diâmetros que diminuem a jusante, 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 ao aumento da impermeabilização das superfícies (Figura 17).



Figura 17 - 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 estão impactadas pela urbanização e impermeabilização do solo sem a contrapartida necessária de estruturas drenantes necessárias para solucionar problemas como enxurradas, alagamentos e inundações.

A Tabela 3 apresenta a projeção do crescimento populacional de Lagoa Santa e seus distritos entre os anos de 2018 a 2039.

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

Na Tabela 6, apresenta-se também uma estimativa da impermeabilização de áreas, tanto para sede quanto para os distritos. Na sede, a área a ser impermeabilizada, prevendo-se um cenário de manutenção de 40% do terreno natural, é de 2.764.935 m², no distrito de Lapinha, de 171.188 m² e no de Lagoinha de Fora é de 28.163m².



Tabela 6 - Crescimento populacional e impermeabilização de novas áreas

Ano	Sede de Lagoa Santa			Distrito de Lapinha			Distrito de Lagoinha de Fora		
	Estimativa populacional	Novas residências	*Área impermeabilizada (m ²)	Estimativa populacional	Novas residências	**Área impermeabilizada (m ²)	Estimativa populacional	Novas residências	***Área impermeabilizada (m ²)
2018	58.579			3.544			687		
2019	60.278	531	114.683	3.594	16	9.375	703	5	1.500
2020	62.014	543	117.180	3.639	14	8.438	721	6	1.215
2021	63.781	552	119.273	3.680	13	7.688	737	5	1.080
2022	65.584	563	121.703	3.726	14	8.625	761	8	1.620
2023	67.414	572	123.525	3.772	14	8.625	775	4	945
2024	69.275	582	125.618	3.818	14	8.625	795	6	1.350
2025	71.159	589	127.170	3.865	15	8.813	810	5	1.013
2026	73.077	599	129.465	3.910	14	8.438	831	7	1.418
2027	75.017	606	130.950	3.954	14	8.250	851	6	1.350
2028	76.974	612	132.098	4.000	14	8.625	864	4	878
2029	78.963	622	134.258	4.042	13	7.875	885	7	1.418
2030	80.953	622	134.325	4.090	15	9.000	902	5	1.148
2031	82.979	633	136.755	4.135	14	8.438	928	8	1.755
2032	85.036	643	138.848	4.183	15	9.000	955	8	1.823
2033	87.108	648	139.860	4.231	15	9.000	975	6	1.350
2034	89.184	649	140.130	4.271	13	7.500	985	3	675
2035	91.263	650	140.333	4.318	15	8.813	1.008	7	1.553
2036	93.337	648	139.995	4.352	11	6.375	1.033	8	1.688
2037	95.473	668	144.180	4.394	13	7.875	1.051	6	1.215
2038	97.565	654	141.210	4.428	11	6.375	1.078	8	1.823
2039	99.541	618	133.380	4.457	9	5.438	1.098	6	1.350
Total	99.541	12.801	2.764.935	4.457	285	171.188	1.098	128	28.163

* Considerando uma permeabilidade de 40% do terreno natural em terreno de 360m², ** Considerando uma permeabilidade de 40% do terreno natural em terreno de 1000m², *** Considerando uma permeabilidade de 40% do terreno natural em terreno de 500m², conforme Plano Diretor

Fonte: SHS, 2018.



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, que são 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.
- Parcelamento do solo inadequado, não respeitando a direção natural do fluxo das águas.

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.

Fatores sociais.

- Baixa renda social “empurra” a classe menos desfavorecida a ocuparem locais impróprios que não pertencem a um “particular” (APPs, áreas com alta criticidade tanto em escorregamento quanto inundação e áreas pertencentes a União).

No Produto 2 (Diagnóstico Técnico-Participativo dos Serviços de Saneamento Básico), realizou-se o estudo das bacias e pode-se determinar a criticidade a partir da ocorrência de eventos considerados negativos para o eixo de drenagem (Quadro 105).


A seguir são apresentados quadros que demonstram a situação das sub-bacias hidrográficas do território municipal no que concerne à sua situação em termos de infraestrutura de drenagem urbana. A notação “1” representa que o problema indicado




ocorre naquela sub-bacia. A notação “0” indica que o problema não ocorre na bacia em avaliação. Nesses quadros também foram delineados um cenário previsível e um normativo para cada bacia / localidade, com as referências das ocorrências encontradas e das diretrizes previstas em função do zoneamento do Plano Diretor.



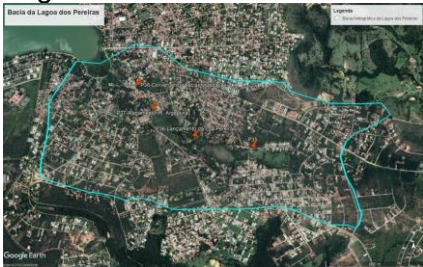
Quadro 105 - Resumo da situação do sistema de drenagem urbana em Lagoa Santa

Bacia / Localidades	Ausência de micro drenagem profunda	Existência de gargalos na macro drenagem	Existência de galerias / canais (retificação)	Ocorrência de Alagamentos	Ocorrência de Inundações	Ocorrência de escorregamentos	Ocupações de APPs	Ocupações de cursos Hídricos	Total*
Várzea 	1	1	1	1	1	0	1	1	7
Parâmetros urbanísticos (Plano Diretor)				Cenário Previsível			Cenário Normativo		
Zona de classificação: ZCA; Uso: residencial e não residencial - Lote mín:<30%:360m ² ; ≥30% e <47%:1000m ² ; Quadra máx.: 240m Permeabilidade: 40% em terreno natural. Sendo permitido até 10% em jardineira, com caixa de captação ou reuso; Taxa de ocupação: 60%; Testada: 12m para lotes de 360m ² ; 20m para lotes de 1000m ²				Crescimento demográfico e urbano. Grandes áreas de expansão horizontal. Aumento dos deflúvios. Aumento dos alagamentos. Aumento dos eventos de inundação no ponto de lançamento da bacia (rasgão). Baixa expansão da microdrenagem profunda. Manutenção e novas ocupações das APPs. Impermeabilização das vias sem microdrenagem inclusa			Crescimento demográfico e urbano consonantes com a expansão da microdrenagem. Regulamentação do sistema de drenagem. Solução dos problemas de inundação e alagamentos. Fiscalização sobre a ocupação de APPs, e manutenção da permeabilidade normatizada pelo Plano Diretor. Impermeabilização das vias com microdrenagem inclusa.		



Bacia / Localidades	Ausência de micro drenagem profunda	Existência de gargalos na macro drenagem	Existência de galerias / canais (retificação)	Ocorrência de Alagamentos	Ocorrência de Inundações	Ocorrência de escorregamentos	Ocupações de APPs	Ocupações de cursos Hídricos	Total*
Joá 	0	0	1	1	0	0	1	1	4
Parâmetros urbanísticos (Plano Diretor)				Cenário Previsível			Cenário Normativo		
Zona de classificação: ZCA; Uso: residencial e não residencial - Lote mín:<30%:360m ² ; ≥30% e <47%:1000m ² ; Quadra máx.: 240m Permeabilidade: 40% em terreno natural. Sendo permitido até 10% em jardineira, com caixa de captação ou reuso; Taxa de ocupação: 60%; Testada: 12m para lotes de 360m ² ; 20m para lotes de 1000m ²				Crescimento demográfico e urbano. Pouca área de expansão horizontal Aumento dos deflúvios. Aumento dos alagamentos. Baixa expansão da microdrenagem profunda.			Crescimento demográfico e urbano consonantes com a expansão da microdrenagem. Expansão da microdrenagem. Regulamentação do sistema de drenagem. Solução dos problemas de alagamentos. Fiscalização sobre a ocupação de APPs, e manutenção da permeabilidade normatizada pelo Plano Diretor.		




Bacia / Localidades	Ausência de micro drenagem profunda	Existência de gargalos na macro drenagem	Existência de galerias / canais (retificação)	Ocorrência de Alagamentos	Ocorrência de Inundações	Ocorrência de escorregamentos	Ocupações de APPs	Ocupações de cursos Hídricos	Total*
Lagoa dos Pereiras 	1	0	0	1	0	0	1	0	3
Parâmetros urbanísticos (Plano Diretor)				Cenário Previsível			Cenário Normativo		
Zona de classificação: ZCA; Uso: residencial e não residencial - Lote mín:<30%:360m²; ≥30% e <47%:1000m²; Quadra máx.: 240m Permeabilidade: 40% em terreno natural. Sendo permitido até 10% em jardineira, com caixa de captação ou reuso; Taxa de ocupação: 60%; Testada: 12m para lotes de 360m²; 20m para lotes de 1000m²				Crescimento demográfico e urbano. Expansão horizontal Aumento dos deflúvios. Aumento dos alagamentos. Baixa expansão da microdrenagem profunda. Ocupação das APPs. Impermeabilização das vias sem microdrenagem inclusa.			Crescimento demográfico e urbano consonantes com a expansão da microdrenagem. Expansão da microdrenagem. Regulamentação do sistema de drenagem. Solução dos problemas de alagamentos. Fiscalização sobre a ocupação de APPs, e manutenção da permeabilidade normatizada pelo Plano Diretor. Impermeabilização das vias com microdrenagem inclusa. Utilização da Lagoa dos Pereiras como elemento de amortecimento.		




Bacia / Localidades	Ausência de micro drenagem profunda	Existência de gargalos na macro drenagem	Existência de galerias / canais (retificação)	Ocorrência de Alagamentos	Ocorrência de Inundações	Ocorrência de escorregamentos	Ocupações de APPs	Ocupações de cursos Hídricos	Total*
Lagoa Seca 	0	1	1	1	0	0	1	1	5
Parâmetros urbanísticos (Plano Diretor)				Cenário Previsível			Cenário Normativo		
Zona de classificação: ZCA; Uso: residencial e não residencial - Lote mín:<30%:360m ² ; ≥30% e <47%:1000m ² ; Quadra máx.: 240m Permeabilidade: 40% em terreno natural. Sendo permitido até 10% em jardineira, com caixa de captação ou reuso. Taxa de ocupação: 60%; Testada: 12m para lotes de 360m ² ; 20m para lotes de 1000m ²				Crescimento demográfico e urbano. Expansão horizontal Aumento dos deflúvios. Aumento dos alagamentos. Baixa expansão da microdrenagem profunda. Ocupação das APPs (cursos intermitentes). Impermeabilização das vias sem microdrenagem inclusa.			Crescimento demográfico e urbano consonantes com a expansão da microdrenagem. Expansão da microdrenagem. Regulamentação do sistema de drenagem. Solução dos problemas de alagamentos. Fiscalização sobre a ocupação de APPs, e manutenção da permeabilidade normatizada pelo Plano Diretor. Impermeabilização das vias com microdrenagem inclusa. Utilização da Lagoa dos Pereiras como elemento de amortecimento.		




Bacia / Localidades	Ausência de micro drenagem profunda	Existência de gargalos na macro drenagem	Existência de galerias / canais (retificação)	Ocorrência de Alagamentos	Ocorrência de Inundações	Ocorrência de escorregamentos	Ocupações de APPs	Ocupações de cursos Hídricos	Total*
Região Central 	0	0	1	1	0	0	0	0	2
Parâmetros urbanísticos (Plano Diretor)				Cenário Previsível			Cenário Normativo		
Zona de classificação: ZCA; Uso: residencial e não residencial - Lote mín:<30%:360m²; ≥30% e <47%:1000m²; Quadra máx.: 240m; Permeabilidade: 40% em terreno natural. Sendo permitido até 10% em jardineira, com caixa de captação ou reuso; Taxa de ocupação: 60%; Testada: 12m para lotes de 360m²; 20m para lotes de 1000m².				Crescimento demográfico e urbano. Baixa expansão horizontal Aumento dos deflúvios. Aumento dos alagamentos. Baixa expansão da microdrenagem profunda.			Expansão da microdrenagem. Regulamentação do sistema de drenagem. Solução dos problemas de alagamentos. Fiscalização sobre a manutenção da permeabilidade normatizada pelo Plano Diretor.		




Bacia / Localidades	Ausência de micro drenagem profunda	Existência de gargalos na macro drenagem	Existência de galerias / canais (retificação)	Ocorrência de Alagamentos	Ocorrência de Inundações	Ocorrência de escorregamentos	Ocupações de APPs	Ocupações de cursos Hídricos	Total*
Centro Histórico 	1	0	0	1	0	0	0	0	2
Parâmetros urbanísticos (Plano Diretor)				Cenário Previsível			Cenário Normativo		
Zona de classificação: ZCA; Uso: residencial e não residencial - Lote mín:<30%:360m ² ; ≥30% e <47%:1000m ² ; Quadra máx.: 240m; Permeabilidade: 40% em terreno natural. Sendo permitido até 10% em jardineira, com caixa de captação ou reuso; Taxa de ocupação: 60%; Testada: 12m para lotes de 360m ² ; 20m para lotes de 1000m ² .				Crescimento demográfico e urbano. Baixa expansão horizontal Aumento dos deflúvios. Aumento dos alagamentos. Baixa expansão da microdrenagem profunda.			Expansão da microdrenagem. Regulamentação do sistema de drenagem. Solução dos problemas de alagamentos. Fiscalização sobre a manutenção da permeabilidade normatizada pelo Plano Diretor.		




Bacia / Localidades	Ausência de micro drenagem profunda	Existência de gargalos na macro drenagem	Existência de galerias / canais (retificação)	Ocorrência de Alagamentos	Ocorrência de Inundações	Ocorrência de escorregamentos	Ocupações de APPs	Ocupações de cursos Hídricos	Total*
Ponta Nordeste 	1	1	0	1	1	0	1	0	5
Parâmetros urbanísticos (Plano Diretor)				Cenário Previsível			Cenário Normativo		
Zona de classificação: ZCA; Uso: residencial e não residencial - Lote mín:<30%:360m ² ; ≥30% e <47%:1000m ² ; Quadra máx.: 240m; Permeabilidade: 40% em terreno natural. Sendo permitido até 10% em jardineira, com caixa de captação ou reuso; Taxa de ocupação: 60%; Testada: 12m para lotes de 360m ² ; 20m para lotes de 1000m ² .				Crescimento demográfico e urbano. Baixa expansão horizontal. Aumento dos deflúvios. Aumento dos alagamentos. Aumento dos eventos de inundação. Baixa expansão da microdrenagem profunda. Manutenção e novas ocupações das APPs. Impermeabilização das vias sem microdrenagem inclusa			Crescimento demográfico e urbano consonantes com a expansão da microdrenagem. Expansão da microdrenagem. Regulamentação do sistema de drenagem. Solução dos problemas de alagamentos e inundações. Fiscalização sobre a ocupação de APPs, e manutenção da permeabilidade normatizada pelo Plano Diretor.		




Bacia / Localidades	Ausência de micro drenagem profunda	Existência de gargalos na macro drenagem	Existência de galerias / canais (retificação)	Ocorrência de Alagamentos	Ocorrência de Inundações	Ocorrência de escorregamentos	Ocupações de APPs	Ocupações de cursos Hídricos	Total*
Norte 	1	0	0	1	0	0	1	1	4
Parâmetros urbanísticos (Plano Diretor)				Cenário Previsível			Cenário Normativo		
Zona de classificação: ZCA; Uso: residencial e não residencial - Lote mín:<30%:360m ² ; ≥30% e <47%:1000m ² ; Quadra máx.: 240m; Permeabilidade: 40% em terreno natural. Sendo permitido até 10% em jardineira, com caixa de captação ou reuso; Taxa de ocupação: 60%; Testada: 12m para lotes de 360m ² ; 20m para lotes de 1000m ² .				Crescimento demográfico e urbano. Baixa expansão horizontal. Aumento dos deflúvios. Aumento dos alagamentos. Baixa expansão da microdrenagem profunda. Manutenção e novas ocupações das APPs. Impermeabilização das vias sem microdrenagem inclusa			Crescimento demográfico e urbano consonantes com a expansão da microdrenagem. Expansão da microdrenagem. Regulamentação do sistema de drenagem. Solução dos problemas de alagamentos. Fiscalização sobre a ocupação de APPs, e manutenção da permeabilidade normatizada pelo Plano Diretor. Impermeabilização das vias com microdrenagem inclusa.		




Bacia / Localidades	Ausência de micro drenagem profunda	Existência de gargalos na macro drenagem	Existência de galerias / canais (retificação)	Ocorrência de Alagamentos	Ocorrência de Inundações	Ocorrência de escorregamentos	Ocupações de APPs	Ocupações de cursos Hídricos	Total*
Promissão 	1	1	0	1	1	1	1	1	7
Parâmetros urbanísticos (Plano Diretor)				Cenário Previsível			Cenário Normativo		
Zona de classificação: ZAP; Uso: residencial - Lote mín:<30%:360m ² ; ≥30% e <47%:1000m ² ; Quadra máx.: 240m; Permeabilidade: 30% em terreno natural; Taxa de ocupação: 60%; Testada: 12m para lotes de 360m ² ; 20m para lotes de 1000m ² .				Crescimento demográfico e urbano. Alta expansão horizontal. Aumento dos deflúvios. Aumento dos alagamentos e inundações. Aumento do escorregamento. Aumento da ocupação de áreas de risco Baixa expansão da microdrenagem profunda. Manutenção e novas ocupações das APPs. Impermeabilização das vias sem microdrenagem inclusa.			Crescimento demográfico e urbano consonantes com a expansão da microdrenagem. Expansão da microdrenagem. Regulamentação do sistema de drenagem. Solução dos problemas de alagamentos, inundações e escorregamento. Fiscalização sobre a ocupação de APPs, áreas de risco e manutenção da permeabilidade normatizada pelo Plano Diretor. Impermeabilização das vias com microdrenagem inclusa.		




Bacia / Localidades	Ausência de micro drenagem profunda	Existência de gargalos na macro drenagem	Existência de galerias / canais (retificação)	Ocorrência de Alagamentos	Ocorrência de Inundações	Ocorrência de escorregamentos	Ocupações de APPs	Ocupações de cursos Hídricos	Total*
Bairro São Geraldo 	1	0	0	1	0	0	0	0	2
Parâmetros urbanísticos (Plano Diretor)				Cenário Previsível			Cenário Normativo		
Zona de classificação: ZIF; Uso: Especial - Lote mín:1000m²; Quadra máx.: 350m; Permeabilidade: 40% em terreno natural. Sendo permitido até 10% em jardineira, com caixa de captação ou reuso; Taxa de ocupação: 60%; Testada:20m para lotes de 1000m².				Cenário de pouca previsão, como resultado da maior porcentagem da bacia pertencer a aeronáutica.			Crescimento demográfico e urbano consonantes com a expansão da microdrenagem. Expansão da microdrenagem. Regulamentação do sistema de drenagem.		




Bacia / Localidades	Ausência de micro drenagem profunda	Existência de gargalos na macro drenagem	Existência de galerias / canais (retificação)	Ocorrência de Alagamentos	Ocorrência de Inundações	Ocorrência de escorregamentos	Ocupações de APPs	Ocupações de cursos Hídricos	Total*
La. Olhos d'água 	1	0	1	1	0	1	1	0	5
Parâmetros urbanísticos (Plano Diretor)				Cenário Previsível			Cenário Normativo		
Zona de classificação: ZCA; Uso: residencial e não residencial - Lote mín: <30%:360m ² ; ≥30% e <47%:1000m ² ; Quadra máx.: 240m; Permeabilidade: 40% em terreno natural. Sendo permitido até 10% em jardineira, com caixa de captação ou reuso; Taxa de ocupação: 60%; Testada: 12m para lotes de 360m ² ; 20m para lotes de 1000m ² .				Crescimento demográfico e urbano. Alta expansão horizontal. Aumento dos deflúvios. Aumento dos alagamentos. Aumento do escorregamento. Aumento da ocupação de áreas de risco Baixa expansão da microdrenagem profunda. Manutenção e novas ocupações das APPs. Impermeabilização das vias sem microdrenagem inclusa.			Crescimento demográfico e urbano consonantes com a expansão da microdrenagem. Expansão da microdrenagem. Regulamentação do sistema de drenagem. Solução dos problemas de alagamentos e escorregamento. Fiscalização sobre a ocupação de APPs, áreas de risco e manutenção da permeabilidade normatizada pelo Plano Diretor. Impermeabilização das vias com microdrenagem inclusa. Utilização da Lagoa como elemento de amortecimento, a partir de um		




Bacia / Localidades	Ausência de micro drenagem profunda	Existência de gargalos na macro drenagem	Existência de galerias / canais (retificação)	Ocorrência de Alagamentos	Ocorrência de Inundações	Ocorrência de escorregamentos	Ocupações de APPs	Ocupações de cursos Hídricos	Total*
							manejo adequado.		
Corr. do Fidalgo 	1	0	0	1	0	0	0	0	2
Parâmetros urbanísticos (Plano Diretor)				Cenário Previsível			Cenário Normativo		
Zona de classificação de maior ocorrência: ZCA; Uso: residencial e não residencial - Lote mín:<30%:360m ² ; ≥30% e <47%:1000m ² ; Quadra máx.: 240m; Permeabilidade: 40% em terreno natural. Sendo permitido até 10% em jardineira, com caixa de captação ou reuso; Taxa de ocupação: 60%; Testada: 12m para lotes de 360m ² ; 20m para lotes de 1000m ² .				Crescimento demográfico e urbano. Alta expansão horizontal. Aumento dos deflúvios. Aumento dos alagamentos. Aumento da ocupação de áreas de risco Baixa expansão da microdrenagem profunda. Manutenção e novas ocupações das APPs. Impermeabilização das vias sem microdrenagem inclusa.			Crescimento demográfico e urbano consonantes com a expansão da microdrenagem. Expansão da microdrenagem. Regulamentação do sistema de drenagem. Solução dos problemas de alagamentos. Fiscalização sobre a ocupação de APPs, e manutenção da permeabilidade normatizada pelo Plano Diretor. Impermeabilização das vias com microdrenagem inclusa.		




Bacia / Localidades	Ausência de micro drenagem profunda	Existência de gargalos na macro drenagem	Existência de galerias / canais (retificação)	Ocorrência de Alagamentos	Ocorrência de Inundações	Ocorrência de escorregamentos	Ocupações de APPs	Ocupações de cursos Hídricos	Total*
							Utilização das represas como elemento de amortecimento.		
Corr. José Maria 	1	1	0	1	1	1	1	1	7
Parâmetros urbanísticos (Plano Diretor)				Cenário Previsível			Cenário Normativo		
Zona de classificação: ZAP; Uso: residencial - Lote mín:<30%:360m ² ; ≥30% e <47%:1000m ² ; Quadra máx.: 240m; Permeabilidade: 30% em terreno natural; Taxa de ocupação: 60%; Testada: 12m para lotes de 360m ² ; 20m para lotes de 1000m ² .				Crescimento demográfico e urbano. Alta expansão horizontal. Aumento dos deflúvios. Aumento dos alagamentos e inundações. Aumento de enxurradas. Aumento do escorregamento. Aumento da ocupação de áreas de risco Baixa expansão da microdrenagem profunda. Manutenção e novas ocupações das APPs e cursos hídricos. Impermeabilização das vias sem microdrenagem inclusa.			Crescimento demográfico e urbano consonantes com a expansão da microdrenagem. Expansão da microdrenagem. Regulamentação do sistema de drenagem. Solução dos problemas de alagamentos, inundações e escorregamento. Fiscalização sobre a ocupação de APPs, cursos hídricos, áreas de risco e manutenção da permeabilidade normatizada pelo Plano Diretor. Impermeabilização das vias com microdrenagem inclusa.		




Bacia / Localidades	Ausência de micro drenagem profunda	Existência de gargalos na macro drenagem	Existência de galerias / canais (retificação)	Ocorrência de Alagamentos	Ocorrência de Inundações	Ocorrência de escorregamentos	Ocupações de APPs	Ocupações de cursos Hídricos	Total*
Corr. Poço do Jacaré 	1	0	0	1	0	0	1	1	4
Parâmetros urbanísticos (Plano Diretor)				Cenário Previsível			Cenário Normativo		
Zona de classificação: ZAP; Uso: residencial - Lote mín:<30%:360m ² ; ≥30% e <47%:1000m ² ; Quadra máx.: 240m; Permeabilidade: 30% em terreno natural; Taxa de ocupação: 60%; Testada: 12m para lotes de 360m ² ; 20m para lotes de 1000m ² .				Crescimento demográfico e urbano. Alta expansão horizontal. Aumento dos deflúvios. Aumento dos alagamentos. Baixa expansão da microdrenagem profunda. Manutenção e novas ocupações das APPs. Impermeabilização das vias sem microdrenagem inclusa.			Crescimento demográfico e urbano consonantes com a expansão da microdrenagem. Expansão da microdrenagem. Regulamentação do sistema de drenagem. Solução dos problemas de alagamentos e inundações. Fiscalização sobre a ocupação de APPs e manutenção da permeabilidade normatizada pelo Plano Diretor. Impermeabilização das vias com microdrenagem inclusa.		




Bacia / Localidades	Ausência de micro drenagem profunda	Existência de gargalos na macro drenagem	Existência de galerias / canais (retificação)	Ocorrência de Alagamentos	Ocorrência de Inundações	Ocorrência de escorregamentos	Ocupações de APPs	Ocupações de cursos Hídricos	Total*
Distrito Lapinha 	1	0	0	1	0	0	0	0	2
Parâmetros urbanísticos (Plano Diretor)				Cenário Previsível			Cenário Normativo		
Zona de classificação de maior ocorrência: ZUEC; Uso: Pref. residencial - Lote mín: 1000m ² ; Quadra máx.: 300m; Permeabilidade: 40% em terreno natural. Taxa de ocupação: 50%; Testada: 18m para lotes de 1000m ² .				Crescimento demográfico e urbano. Aumento dos deflúvios. Aumento dos alagamentos. Baixa expansão da microdrenagem profunda. Ocupação das APPs, principalmente nas adjacências da lagoa intermitente. Baixa fiscalização da manutenção da permeabilidade. Impermeabilização das vias sem microdrenagem inclusa.			Crescimento demográfico e urbano consonantes com a expansão da microdrenagem. Expansão da microdrenagem. Regulamentação do sistema de drenagem. Solução dos problemas de alagamentos e inundações. Fiscalização sobre a ocupação de APPs e manutenção da permeabilidade normatizada pelo Plano Diretor. Impermeabilização das vias com microdrenagem inclusa		



Bacia / Localidades	Ausência de micro drenagem profunda	Existência de gargalos na macro drenagem	Existência de galerias / canais (retificação)	Ocorrência de Alagamentos	Ocorrência de Inundações	Ocorrência de escorregamentos	Ocupações de APPs	Ocupações de cursos Hídricos	Total*
Distrito Lagoinha de Fora 	1	0	0	0	0	1	1	0	3
Parâmetros urbanísticos (Plano Diretor)				Cenário Previsível			Cenário Normativo		
Zona de classificação de maior ocorrência: ZUEC; Uso: Pref. residencial - Lote mín: 500m ² ; Quadra máx.: 300m; Permeabilidade: 40% em terreno natural. Taxa de ocupação: 50%; Testada: 15m para lotes de 500m ² .				Crescimento demográfico e urbano. Aumento dos deflúvios. Aumento dos alagamentos. Baixa expansão da microdrenagem profunda. Ocupação das APPs, principalmente nas adjacências da possível lagoa intermitente. Baixa fiscalização da manutenção da permeabilidade. Impermeabilização das vias sem microdrenagem inclusa.			Crescimento demográfico e urbano consonantes com a expansão da microdrenagem. Expansão da microdrenagem. Regulamentação do sistema de drenagem. Solução dos problemas de alagamentos e inundações. Fiscalização sobre a ocupação de APPs e manutenção da permeabilidade normatizada pelo Plano Diretor. Impermeabilização das vias com microdrenagem inclusa		



Bacia / Localidades	Ausência de micro drenagem profunda	Existência de gargalos na macro drenagem	Existência de galerias / canais (retificação)	Ocorrência de Alagamentos	Ocorrência de Inundações	Ocorrência de escorregamentos	Ocupações de APPs	Ocupações de cursos Hídricos	Total*
Bairros Campinho de Baixo e Cima 	1	1	0	1	0	1	1	0	5
Parâmetros urbanísticos (Plano Diretor)				Cenário Previsível			Cenário Normativo		
Zona de classificação: ZAP; Uso: residencial - Lote mín:<30%:360m ² ; ≥30% e <47%:1000m ² ; Quadra máx.: 240m; Permeabilidade: 30% em terreno natural; Taxa de ocupação: 60%; Testada: 12m para lotes de 360m ² ; 20m para lotes de 1000m ² .				Crescimento demográfico e urbano. Alta expansão horizontal Aumento dos deflúvios. Aumento dos alagamentos. Ocorrência de inundações Baixa expansão da microdrenagem profunda. Ocupação das APPs (cursos intermitentes). Impermeabilização das vias sem microdrenagem inclusa.			Crescimento demográfico e urbano consonantes com a expansão da microdrenagem. Expansão da microdrenagem. Regulamentação do sistema de drenagem. Solução dos problemas de alagamentos. Fiscalização sobre a ocupação de APPs, e manutenção da permeabilidade normatizada pelo Plano Diretor. Impermeabilização das vias com microdrenagem inclusa.		

* Somatório dos pontos de ocorrência. 0-Não ocorrência; 1-Ocorrência.

Fonte: SHS, 2018



Outro fator a ser considerado nos cenários futuros são as ações do PMSB (Produto 4), 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”.

Assim, o município 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. O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e o Código de Obras já fazem parte do arcabouço legal do município.

3.4.2. 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 106.

Quadro 106 - Esquema das diferentes técnicas compensatórias estruturais

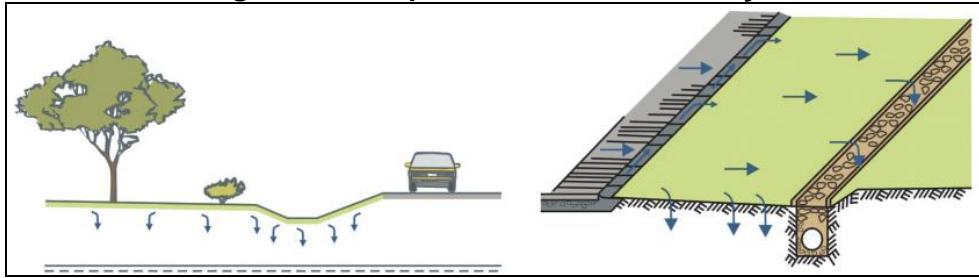
Bacias	Detenção e Retenção Infiltração Detenção/Retenção e Infiltração	
Obras lineares	Trincheiras Valas e Valetas	
	Pavimentos	Revestimentos permeáveis Pavimentos reservatório
Obras pontuais	Poços de infiltração Telhados Técnicas adaptadas à parcela	

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 106 (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 18).

Figura 18 - Esquema de vala de infiltração

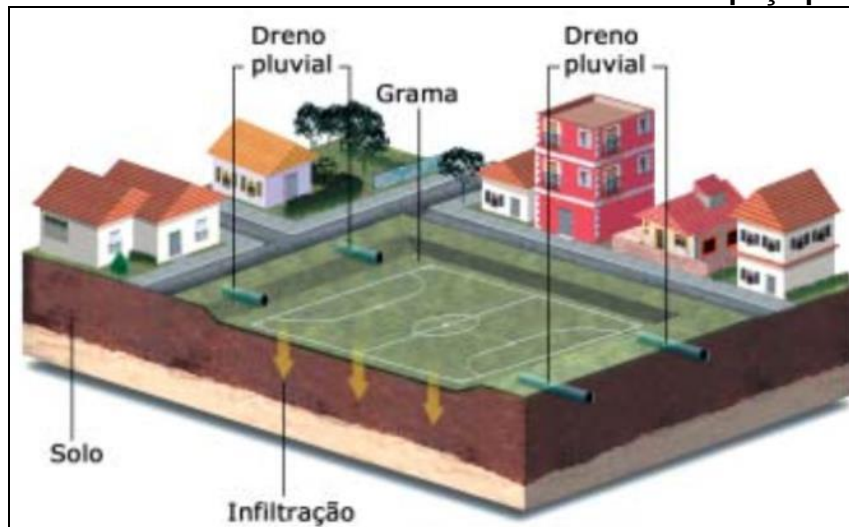


Fonte: SMDU, 2012.

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 19).
- 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 19 - Bacia de amortecimento transformada em espaço pra lazer



Fonte: FEAM, 2012.

O diagnóstico do sistema de drenagem do município constatou que em todo município ocorrem sérios problemas com a insuficiência da microdrenagem, inclusive nos distritos, que além de problemas com alagamento, há históricos de inundação de residências que estão ocupando as APPs de pequenos lagoas/acúmulos de água. 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 da rede de micro e macrodrenagem, que ainda são realizadas apenas em situações emergenciais.

Para o controle das inundações, a Prefeitura Municipal pode considerar a instalação de estruturas de bacias de retenção/detenção e/ou infiltração para diminuir os picos de vazão que as provocam. Também é importante ressaltar que o município conta com muitas lagoas pequenas, que atuam e podem atuar como elementos de



retenção. Da mesma maneira, tanto na sede quanto na zona 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, já discutido.

3.4.3. 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. 64. Na Reurb-S dos núcleos urbanos informais que ocupam Áreas de Preservação Permanente, a regularização fundiária será admitida por meio da aprovação do projeto de regularização fundiária, na forma da lei específica de regularização fundiária urbana.

§ 1º O projeto de regularização fundiária de interesse social deverá incluir estudo técnico que demonstre a melhoria das condições ambientais em relação à situação anterior com a adoção das medidas nele preconizadas.

Art. 65. Na Reurb-E dos núcleos urbanos informais que ocupam Áreas de Preservação Permanente não identificadas como áreas de risco, a regularização fundiária será admitida por meio da aprovação do projeto de regularização fundiária, na forma da lei específica de regularização fundiária urbana.

§ 1º O processo de regularização fundiária de interesse específico deverá incluir estudo técnico que demonstre a melhoria das condições ambientais em relação à situação anterior e ser instruído com os seguintes elementos:

(...)

VII - a indicação das faixas ou áreas em que devem ser resguardadas as características típicas da Área de Preservação Permanente com a devida proposta de recuperação de áreas degradadas e daquelas não passíveis de regularização;

§ 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.

§ 3º Em áreas urbanas tombadas como patrimônio histórico e cultural, a faixa não edificável de que trata o § 2º poderá ser redefinida de maneira a atender aos parâmetros do ato do tombamento.

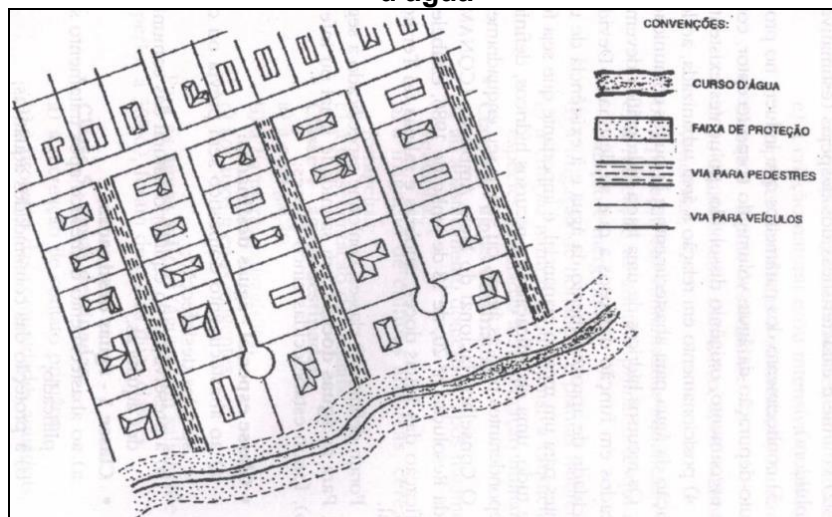
Um programa com diretrizes para fundos de vale deve ser desenvolvido considerando:

- 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.

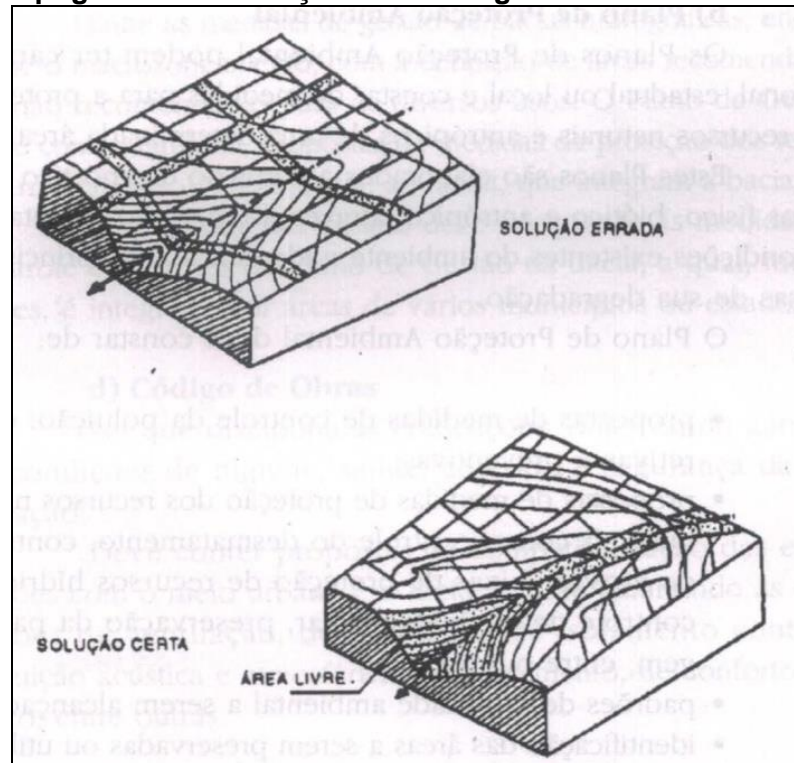
Mota (2003) apresenta, de forma didática, como orientar as ocupações urbanas ao longo das margens de cursos hídricos (Figura 20). Pode-se observar que as vias para veículos não acessam o fundo do vale (o que pode trazer resultados positivos a favor do não lançamento de resíduos), porém os pedestres têm 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 21).

Figura 20 - Exemplo de distribuição de lotes e vias públicas nas margens de cursos d'água



Fonte: Mota, 2003.

Figura 21 - Exemplo de parcelamento do solo considerando aspectos topográficos e condições de drenagem natural do terreno



Fonte: Mota, 2003.

3.4.4. 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 Lagoa Santa, foram delimitadas dez regiões onde ocorrem escorregamentos entre muitos pontos. Devido ao relevo local e ao uso e ocupação do solo, processos erosivos de pequeno porte são comuns. A consequência disso é aporte de sedimentos para a rede de drenagem, o que pode causar ou agravar episódios de inundações. Esse processo pode se intensificar com o lançamento inadequado de resíduos sólidos urbanos nos cursos hídricos.

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 Quadro 107 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 107 - Medidas para prevenção, controle, mitigação e/ou recuperação que podem ser usadas para áreas degradadas por processos erosivos.

	Medidas	Objetivo das medidas			
		Prevenção	Controle	Mitigação	Recuperação
Ecológicas	Revegetação	X	X	X	X
	Pastagem	X	X	X	X
	Faixa ripariana	X	X	X	X
	Zonas de <i>buffer</i>	X	X	X	X
	Barreira de galhos (<i>brush barrier</i>)	X	X	X	
Agrícolas	Plantas de cobertura	X	X	X	
	Culturas em faixa	X	X	X	
	Cordões de vegetação permanente	X	X	X	
	Faixas de bordadura	X	X	X	
	Alternância de capinas	X	X	X	
	Ceifa do mato	X	X	X	
	Cobertura morta	X	X	X	
	Controle do fogo	X			
	Adubação (verde, química e orgânica)	X	X	X	
	Plantio direto	X	X	X	
	Rotação de culturas	X	X	X	
	Calagem			X	
	Plantio em contorno	X	X	X	X
Mecânicas	Terraceamento	X	X	X	X
	Sulcos e camalhões em contorno	X			
	Canais escoadouros	X	X	X	
	Barragens	X	X	X	
	Adequação e conservação de estradas vicinais e carregadores	X	X	X	
	Caixas de infiltração	X	X	X	
	Aterramento		X	X	X
	Rip Rap	X	X	X	X
	Cordões de nível	X	X	X	X
	Aterramento com resíduo		X	X	X
	Retaludamento	X	X	X	X
	Bermas	X	X	X	X
	Barragem de sedimento	X	X	X	



		Medidas	Objetivo das medidas			
			Prevenção	Controle	Mitigação	Recuperação
		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
Estruturais	Macro-drenagem	Canais: naturais ou artificiais	X	X	X	X
		Dissipadores de energia	X	X	X	X
		Ressalto hidráulico: canais abertos		X	X	X
		Tipo SAF para n° Froude 1,7 a 17		X	X	X
		Tipo USBR II para n° Froude ≥ 4,5		X	X	X
		Tipo USBR III para n° Froude ≤ 4,5		X	X	X
		Tipo USBR IV para n° Froude 2,5 a 4,5		X	X	X
		Barragens	X	X	X	X
		Vertedores: Queda, Calha e Degrau "Cacimbo"		X	X	X
		Bacia de acumulação			X	X
		Bacias dissipadoras		X	X	X
		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.

3.4.5. 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
<p>Visage (1994): desvio do lixo para um reservatório com hastes inclinadas a 11°, fluxo para o centro e para baixo a jusante</p>	<p>Canal Vygekraal Segregador Vertedor Seção de queda Compartimento de lixo</p>	<p>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.</p>
<p>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</p>	<p>Barreira inclinada Topo do canal Segregadores Ressalto hidráulico Prof. a montante Obstáculo Prof. a jsante</p>	<p>Efetiva em vazões altas ou com o nível de jusante alto. Problemas em longos períodos de vazões baixas por causa da posição a montante. Observou-se aumento da presença de vórtices a jusante, ajudando a acomodação do lixo.</p>
<p>Beecham e Sablatnig (1994): modelaram 23 estruturas. As de melhores resultados são ilustradas ao lado, sendo o arranjo 23 considerado o mais efetivo</p>	<p>Sentido do escoamento ↓</p> <p>Arranjo 12 (baixa declividade) Arranjo 13 (alta declividade)</p> <p>Arranjo 14 (alta declividade) Arranjo 15 (alta declividade)</p> <p>Arranjo 17 (baixa declividade) Arranjo 23 (alta declividade)</p>	<p>Maior potencial com barras horizontais; a inclusão de uma queda vertical dentro do arranjo reduz bastante a probabilidade de refluxo; e o armazenamento <i>off-line</i> do lixo disponibiliza área de armazenamento muito maior, cria menos perturbações no escoamento e possibilita um acesso muito melhor de limpeza e manutenção</p>

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



4. Hierarquização de áreas de intervenção prioritárias

A fim de realizar uma hierarquização dos bairros de Lagoa Santa em relação à prioridade de atenção com o saneamento básico, foi feita uma coleta de dados do Diagnóstico da Situação do Saneamento Básico – Produto 2, em que se verificou a situação dos bairros em relação à rede coletora de esgoto, e os bairros que apresentam queixas de vazamentos de água. Ambos podem ser vistos no Quadro 108 e Quadro 109.

Quadro 108 - Situação dos bairros de Lagoa Santa - MG referente à infraestrutura de esgotamento sanitário (SES)

Rede coletora em operação	Parte sem rede coletora	Sem rede coletora	Rede coletora fora de operação
Chácaras do Vinhático	Canto do Riacho	Lapinha	São Geraldo
Vila José Fagundes*	Campinho	Sangradouro	
Marada da Lapinha	Palmital II	Jaques Ville	
Vila Rica	Portal do Sol	Portal do Sol	
Conj. Res. Vila Maria	Santos Dumont	Vale dos Sonhos	
Jardim Imperial	Recanto da Lagoa	Morro do Cruzeiro	
Das Acácias	Shalimar	Veredas da Lagoa	
Vila Maria	Lagoa Mansões	Ovídio Guerra	
Verde Ville	Codomínio Roseiral	Cond. Res. Vivendas	
Sobradinho		Condados da Lagoa	
Tradição		Re. Cond. Bounganville	
Quebra		Estância das Amedoeiras	
Promissão		Vila Asas	
Brant		Trevo	
Conj. Res. Lagoa Santa		Aeronautas	



Rede coletora em operação	Parte sem rede coletora	Sem rede coletora	Rede coletora fora de operação
Centro*		Distrito Lagoinha de Fora	
Nossa Senhora de Lourdes		Condomínio Roseiral	
Várzea*		Residencial Champagne	
Lundcélia		Estância Real	
Lundcélia II		Alto dos Aeronaltas	
Joana D'arc		Village do Gramado	
Bela Vista			
Cond Res. Vivendas			
Santos Dumont			
Praia Angélica			
Vila dos Oficiais			
Ipanema			
Joá*			
Framboyam			
Recanto da Lagoa			
Francisco Pereira			
Res. Gran Royale			
Vista Alegre			

* BAIRRO APRESENTA PROBLEMAS COM VAZAMENTOS DE ESGOTOS



Quadro 109 - Situação dos bairros de Lagoa Santa - MG referente à ocorrência de vazamentos na rede de abastecimento de água

Situação crítica	Situação ruim	Situação moderadamente ruim	Situação regular
Sangradouro*	Visão	Lagoinha de Fora*	Jaques Ville
Várzea	Conj. Res. Vila Maria	Jardim Imperial	Jardim Ipê
Joá	Lundcélia	Morro do Cruzeiro	Promissão II
Lapinha	Lagoa Mansões	Brant	Alto do Joá
Campinho*	Joana D'arc	Francisco Pereira	Das Acácias
Vila Maria	Promissão	Sobradinho	Vale dos Sonhos
Centro		Moradas da Lapinha	São Geraldo
Vila José Fagundes		Quebra	Vila dos Oficiais
Palmital*		Vila Rica	Novo Santos Dumont
Aeronautas		Conj. Res Ovídio Guerra	Ovídio Guerra
Recanto da Lagoa		Pôr do Sol	Conj. Res. Bela Vista
Santos Dumont			Praia Angélica
Nossa Senhora de Lourdes			Ipanema
Vila José Fagundes**			
Condomínio Canto do Riacho**			

* BAIRRO APRESENTA PROBLEMAS COM VAZAMENTOS + FALTA DE RESERVAÇÃO

**BAIRRO NÃO CONTA COM DISPOSITIVO DE RESERVAÇÃO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO

A hierarquização de áreas de Lagoa Santa mostrou que os bairros que se encontram em situação crítica com relação vazamento de água são: Sangradouro, Várzea, Joá, Lapinha, Campinho, Vila Maria, Centro, Vila José Fagundes, Palmital,



Aeronautas, Recanto da Lagoa, Santos Dumont, Nossa Senhora de Lourdes e Condomínio Canto do Riacho.

E com relação à situação crítica de esgotamento sanitário, tem-se: Lapinha, Sangradouro, Jaques Ville, Portal do Sol, Vale dos Sonhos, Morro do Cruzeiro, Veredas da Lagoa, Ovídio Guerra, Cond. Res. Vivendas, Condados da Lagoa, Re. Cond. Bounganville, Estância das Amedoeiras, Vila Asas, Trevo Aeronautas, Distrito Lagoinha de Fora, Condomínio Roseiral, Residencial Champagne, Estância Real, Alto dos Aeronautas e Village do Gramado.

Desta forma, pode-se notar que os bairros prioritários para o atendimento, ou seja, os bairros que estão com uma situação crítica com relação ao vazamento de água (resultando numa falta de abastecimento) quanto à falta de rede coletora de esgoto, são Lapinha e Sangradouro.

Também foram levados em conta na hierarquização áreas alguns índices de saúde.

Segundo o Índice Mineiro de Responsabilidade Social, a cidade de Lagoa Santa possui uma taxa bruta de mortalidade de 2015 foi de 5,25 óbitos por mil habitantes (IBGE, Censos Demográficos/Elaboração: Fundação João Pinheiro). Para fins de comparação, a taxa de mortalidade para o Brasil em 2015 foi de 6,08 (IBGE, Projeção da População do Brasil - 2013).

No mesmo ano, a proporção de internações por doenças de veiculação hídrica foi de 22%. Este cálculo é feito a partir da razão entre o número de internações por doenças de veiculação hídrica e o número total de internações da população residente, em percentual. Na Tabela 8 pode-se observar que, em comparação com as demais cidades da região metropolitana de Belo Horizonte, Lagoa Santa não se encontra entre as cidades com e menor porcentagem de internações.

Tabela 8 - Proporção de internações por doenças de veiculação hídrica

Município	% em 2015
Baldim	0
Capim Branco	0
Confins	0



Município	% em 2015
Jaboticatubas	0
Igarapé	6
Mateus Leme	11
Raposos	12
Itatiaiuçu	13
Betim	14
Brumadinho	14
Mário Campos	15
São Joaquim de Bicas	16
São José da Lapa	17
Pedro Leopoldo	18
Caeté	20
Esmeraldas	22
Lagoa Santa	22
Rio Acima	22
Vespasiano	24
Nova Lima	25
Ribeirão das Neves	25
Sarzedo	26
Juatuba	29
Santa Luzia	29
Contagem	30
Sabará	37
Ibirité	40
Florestal	44



Município	% em 2015
Taquaraçu de Minas	51
Matozinhos	52
Rio Manso	87
Itaguara	99

Já a proporção de internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado, em 2015 era de 0,58. Este índice é calculado a partir do indicador “Proporção de internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado” (Melhor valor = 1; e pior valor = 0) (IBGE, Censos Demográficos/Elaboração: Fundação João Pinheiro). Sendo assim, pela comparação com a tabela mostrada abaixo, vê-se que Lagoa Santa está entre os municípios da região metropolitana de Belo Horizonte que apresentam um índice relativamente bom de internações por problemas de saneamento.

Tabela 9 - Proporção de internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado

Município	Valor do índice (2015)
Capim Branco	0
Nova União	0
São José da Lapa	0,26
Jaboticatubas	0,31
Confins	0,34
Itatiaiuçu	0,38
Nova Lima	0,42
Florestal	0,44
Rio Acima	0,44
Igarapé	0,5



Município	Valor do índice (2015)
Caeté	0,52
Sabará	0,54
Vespasiano	0,56
São Joaquim de Bicas	0,57
Lagoa Santa	0,58
Pedro Leopoldo	0,6
Santa Luzia	0,6
Betim	0,62
Ribeirão das Neves	0,66
Contagem	0,71
Raposos	0,72
Mateus Leme	0,91
Brumadinho	0,95
Sarzedo	0,97
Ibirité	0,98
Mário Campos	1,02
Matozinhos	1,24
Rio Manso	1,31
Itaguara	1,48
Taquaraçu de Minas	1,52
Juatuba	1,6
Esmeraldas	1,97

Sendo assim, as internações hospitalares podem diminuir se as condições de saneamento básico melhorarem nestes bairros.



Também foi proposta uma hierarquização dos bairros ou localidades do município com base nas reclamações dos moradores que participaram das Reuniões Preparatórias, das Conferências Municipais e da Ouvidoria do PMSB. Esta hierarquização foi feita em função de suas demandas por tipo de serviço de saneamento básico, quais sejam: abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e/ou manejo de resíduos sólidos. As reclamações foram consideradas como efeitos cujas causas foram levadas em conta no estabelecimento de objetivos e metas (Produto 3), mas serão tratadas específica e pontualmente por ocasião do estabelecimento de programas, projetos e ações deste PMSB (no Produto 4).

Para se concluir por uma hierarquização de áreas em função de seu grau de carência neste ou naquele eixo do saneamento básico, foi feita uma setorização do município, uma classificação dos problemas indicados pelas reclamações dos moradores e a contagem do número de reclamações por tipo de problema.

A regionalização considerada na hierarquização manteve a setorização geográfica proposta pela Prefeitura Municipal para o local das Reuniões Preparatórias e Conferências Municipais sobre o PMSB. Esta setorização é mostrada a seguir:



Reuniões Preparatórias					
Data	Local	Endereço	Início	Previsão de término	Regiões
23/abr	Escola Municipal Herculano Liberato de Almeida	Rua Tenente Luiz Dorneles, 170, Aeronautas	18:30	20:30	Região 1: Visão/Aeronautas/Sul/sudoeste
24/abr	Escola Municipal Lívio Múcio Conrado Silva (Sr. Tito)	Rua Ana Gonçalves, 814, Palmital	18:30	20:30	Região 2: Vila Maria/Palmital/Vila Fagundes/Norte
25/abr	Escola Municipal Dona Aramita	Rua Lagoinha, 2063, Francisco Pereira	18:30	20:30	Região 3: Lagoinha de Fora/Central/Sudeste
26/abr	Escola Municipal da Lapinha	Rua Guilhermina Pereira de Freitas, 395 Lapinha	19h	21:00	Região 4: Lapinha/Campinho/Noroeste



1ª Conferência					
Data	Local	Endereço	Início	Previsão de término	Regiões
07/mai	Escola Municipal Herculano Liberato de Almeida	Rua Tenente Luiz Dorneles, 170, Aeronautas	18:30	21:30	Região 1: Visão/Aeronautas/Sul/sudoeste
08/mai	Escola Municipal Lívio Múcio Conrado Silva (Sr. Tito)	Rua Ana Gonçalves, 814, Palmital	18:30	21:30	Região 2: Vila Maria/Palmital/Vila Fagundes/Norte
09/mai	Escola Municipal Dona Aramita	Rua Lagoinha, 2063, Francisco Pereira	18:30	21:30	Região 3: Lagoinha de Fora/Central/Sudeste
10/mai	Escola Municipal da Lapinha	Rua Guilhermina Pereira de Freitas, 395 Lapinha	19h	22:00	Região 4: Lapinha/Campinho/Noroeste



A metodologia de quantificação das demandas foi feita da seguinte maneira: dado que as reclamações foram multifacetadas, foi preciso classificá-las em categorias. Para o eixo de abastecimento de água foram consideradas as seguintes categorias de demanda:

- Qualidade
- Falta de água
- Vazamentos
- Cobrança
- Infraestrutura (problemas com redes de água, reservação)

Para o eixo de esgotamento sanitário:

- Falta de atendimento
- Cobrança
- Problemas com as ETEs
- Infraestrutura (falta de rede coletora)
- Lançamento inadequado de esgotos / fossas rudimentares / vazamentos

Para o eixo da drenagem urbana:

- Deficiências de microdrenagem (alagamentos e enchentes)
- Deficiências de macrodrenagem (inundação)
- Pavimentação (buracos e falta de pavimentação)
- Uso e ocupação do solo impróprios / carreamento de materiais / escorregamento

Para o eixo dos resíduos sólidos:

- Lixo nos lotes
- Falta de coletas (convencional e seletiva)
- Varrição
- Queima de resíduos
- Disposição inadequada



Assim, para o estudo de hierarquização de áreas, foram consideradas três fontes de dados: as reuniões preparatórias, as Conferências Municipais e a Ouvidoria.

Para analisar quais as categorias de demanda trazidas em cada uma dessas fontes, foi atribuído o valor 0, quando constatada a ausência da indicação de determinada demanda e 1 quando constatada sua indicação pela população.

Assim, construiu-se uma matriz por meio da soma das notas das demandas de cada fonte, consideradas por eixo do saneamento e por região do município. Essa matriz é mostrada no Quadro 110.



Quadro 110 - Matriz de valoração das regiões de Lagoa Santa em relação às demandas de Saneamento Básico

EIXO DO SANEAMENTO	CATEGORIAS DE DEMANDA		REGIÃO 1 AERONAUTAS / VISÃO / PRAIA ANGÉLICA / JOSÉ MARIA/ JACARÉ	Total R1	REGIÃO 2 PALMITAL / VILA MARIA / JACQUES VILLE/ VILA RICA/OLHOS D'ÁGUA/PROMISSÃO/JOSÉ FAGUNDES	Total R2	REGIÃO 3 F. PEREIRA / LAGOINHA DE FORA / R. CENTRAL - VÁRZEA / JOA/ / PONTA NODESTE / BACIA DO NORTE / SÃO GERALDO	Total R3	REGIÃO 4 LAPINHA / CAMPINHO / R. NOROESTE	Total R4	Total por tipo de problema	Total do setor
			Somatória das fontes		Somatória das fontes		Somatória das fontes		Somatória das fontes			
ABASTECIMENTO DE ÁGUA	Qualidade		2	7	2	8	2	6	1	3	7	24
	Falta de água		1		2		2		2		7	
	Vazamento		2		2		1		0		5	
	Custo		1		1		1		0		3	
	Infraestrutura		1		1		0		0		2	
ESGOTAMENTO SANITÁRIO	Falta de atendimento		3	6	3	8	1	6	2	3	9	23
	Cobrança		1		1		0		0		2	
	Problemas com as ETEs / Tratamento		0		1		1		0		2	
	Infraestrutura		0		0		1		0		1	
	Lançamento inadequado de esgotos / Fossas rudimentares/ Vazamento		2		3		3		1		9	
DRENAGEM	Deficiências da microdrenagem (alagamentos / enxurrada)		2	6	3	9	2	9	2	4	9	28
	Deficiências da macrodrenagem (Inundações / enxente)		1		1		1		0		3	
	Pavimentação (buracos)		1		2		3		1		7	
	Uso e ocupação do solo impróprios/carreamento de materiais/escorregamento		1		1		1		1		4	
	Lançamento de águas pluviais inadequado / Falta de dissipadores de energia - Erosão		1		2		2		0		5	
RESÍDUOS SÓLIDOS	Lixo nos lotes		2	10	1	9	2	12	1	7	6	38
	Falta de coleta	Seletiva	2		2		2		1		7	
		Convenciona	1		2		1		1		5	
	Varrição		2		1		3		1		7	
	Queimadas		1		1		2		1		5	
	Disposição inadequada		2		2		2		2		8	
TOTAL DE RECLAMAÇÕES				29		34		33		17	113	



Avaliando-se o quadro pode-se perceber que em todas as regiões da cidade, o eixo do saneamento básico com maior prioridade de intervenção é o de resíduos sólidos, pois foi o que recebeu maior número de reclamações por parte dos moradores que estiveram presentes nas Reuniões Preparatórias e nas Conferências Municipais e que participaram da Ouvidoria, exceto na região 2, em que os setores de Resíduos Sólidos e de Drenagem receberam o mesmo número de reclamações. Sendo assim, nessa região, ambos os eixos necessitam da mesma prioridade de intervenção.

Na coluna descrita como “Total por tipo de problema”, pode-se observar a classificação das demandas ou reclamações por eixo do saneamento. Considerando-se todo o espaço municipal, as demandas mais frequentes foram: falta de rede de esgotos, lançamento inadequado de esgotos e deficiência de microdrenagem.

Em relação à hierarquização de áreas, foram consideradas prioritárias as áreas que apresentaram maior valor em relação ao critério “Total de Reclamações”, conforme indicado a seguir:

Área prioritária nº 1: Região 2;

Área prioritária nº 2: Região 3;

Área prioritária nº 3: Região 1;

Área prioritária nº 4: Região 4.

A situação de cada uma dessas regiões em relação às carências de saneamento básico é mostrada a seguir.

Desta forma, pode-se perceber que em relação aos eixos do saneamento básico, na Região 1, o pior setor é o de resíduos sólidos, seguido pelo eixo de abastecimento de água, e os eixos de drenagem e esgotamento sanitário ficam juntos em último lugar na hierarquia de prioridades.

Na região 2, os eixos prioritários são resíduos sólidos e drenagem. Abastecimento de água e esgotamento sanitário empatam como segunda prioridade.

Na região 3, o eixo prioritário é resíduos sólidos, seguido por drenagem, e em último lugar na hierarquia vêm empatados o eixo de abastecimento de água e esgotamento sanitário.



E por fim, na região 4, o eixo prioritário é o de resíduos sólidos também. O segundo eixo prioritário é drenagem, e em terceiro lugar na priorização de intervenções vêm o abastecimento de água e o esgotamento sanitário.

4.1. Cenários alternativos norteadores da compatibilização das demandas do saneamento com as ações do PMSB

O planejamento estratégico que se pretende para setor do saneamento básico de Lagoa Santa-MG dar-se-á pela análise de suas deficiências atuais e demandas futuras, assim como pela consideração das disponibilidades atuais e potenciais com que a administração pública municipal pode contar.

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

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

Os cenários subsidiarão assim, a configuração de um planejamento mais realista para a constituição de um 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.

Uma ferramenta capaz de compor cenários temáticos, atuais e potenciais, originalmente concebida para corporações ou empresas, foi adotada no processo de elaboração do presente PMSB, a partir das referências contidas no documento “Termo de Referência para Elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico”, do



Ministério da Saúde / FUNASA” (2012). Trata-se do Método SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats) ou Análise FFOA (Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças), que consiste na formulação de uma espécie de matriz contextual que busca posicionar estrategicamente uma organização ou um setor (nesse caso, o setor de saneamento básico) perante um ambiente social, institucional, administrativo e operacional (nesse caso, o Município, considerado tanto enquanto espaço geográfico quanto como entidade federativa local).

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

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

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

Assim, o método SWOT, para avaliar o setor de saneamento básico de Lagoa Santa adotou 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 positivo 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.

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, estabelecidos os objetivos e metas para o setor de saneamento básico do município.

4.2. Sistema Geral do Saneamento Básico Municipal

O Quadro 111 representa a matriz SWOT configurada para o sistema municipal de saneamento básico de Lagoa Santa, 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 111 - Matriz SWOT do Sistema de Saneamento Básico Municipal de Lagoa Santa

	FORÇAS	ITENS DE REFLEXÃO	FRAQUEZAS
Ambiente Interno	<p>1. Perfil institucional</p> <p>A Secretaria de Desenvolvimento Urbano (SDU) faz a gestão direta dos setores de drenagem urbana e resíduos sólidos de Lagoa Santa e acompanha a gestão dos setores de água e esgoto que atualmente é feita pela COPASA por meio de Contrato de Concessão.</p> <p>Setor de drenagem:</p> <ul style="list-style-type: none">- Conta com a equipe técnica da Diretoria de Obras para fazer a gestão gerencial, técnica e operacional da drenagem urbana. <p>Setor de resíduos sólidos:</p> <ul style="list-style-type: none">- A Diretoria de Meio Ambiente conta com a Coordenação de Limpeza Urbana (trata da varrição, poda, capina, limpeza de logradouros)- O Departamento de coleta (cuida das coletas convencional e seletiva). A coleta seletiva conta com a ASCAMARE.- O setor de resíduos pode lançar mão do Consórcio Intermunicipal de Saúde da Região do Calcário - CISREC para implementar soluções compartilhadas relacionadas à destinação de resíduos sólidos. <p>Setores de água e esgotos</p> <ul style="list-style-type: none">- Considerando que a vigência do Contrato de Concessão com a COPASA expira em 2020, a administração municipal terá a oportunidade de negociar a inclusão de ações do PMSB no novo contrato.- A avaliação do quadro institucional atual	<p>1. Perfil institucional</p>	<p>1. Perfil institucional</p> <ul style="list-style-type: none">- Falta uma organização institucional que considere a gestão dos quatro setores do saneamento básico de uma forma integrada, contendo etapas de planejamento, monitoramento da prestação dos serviços, regulação dos serviços prestados nos 4 setores e fiscalização de procedimentos dos usuários.- A SDU precisa se articular com outras Secretarias para compartilhar alguns aspectos da gestão dos serviços de saneamento. Por ex.:<ul style="list-style-type: none">SDU com Secretaria da Educação para a veiculação de campanhas relacionadas a questões de desperdício de água, de geração de resíduos, de formas de disponibilização de resíduos para coleta, de ligações clandestinas, etc.) ouSDU com Secretaria da Saúde (para relacionamento diferenciado com bairros de maior ocorrência de doenças de veiculação hídrica ou outras);SDU com Secretaria do Bem-Estar Social para relacionamentos diferenciados com bairros de maior vulnerabilidade social, entre outros.



	FORÇAS	ITENS DE REFLEXÃO	FRAQUEZAS
	<p>responsável pela administração pública de Lagoa Santa, possibilitou a constatação de que o município possui uma estrutura institucional enxuta, porém consistente e capaz de responder às demandas de prestação de serviços existentes no âmbito do saneamento básico local.</p> <p>2. Atendimento da demanda</p> <p>- Para os setores geridos diretamente pela Prefeitura (drenagem e resíduos), há esforços para o fornecimento de serviços de drenagem urbana ou de resíduos sólidos principalmente mediante as demandas dos cidadãos.</p> <p>3. Sustentabilidade econômica</p> <p>- Há entendimento da gestão local quanto à necessidade de se introduzir a tarifação dos serviços.</p> <p>4. Regulação do saneamento básico</p> <p>- O município conta com Conselhos que têm potencial para servir de entidade reguladora dos serviços de saneamento.</p> <p>5. Regulamentação do setor</p> <p>- As instalações dos setores de água, esgoto e disposição de resíduos utilizadas pelo município dispõem de licenças ambientais regularizadas.</p> <p>6. Controle social</p> <p>- A Prefeitura mantém alguns mecanismos que possibilitam algum grau de controle social dos serviços de saneamento básico e outros serviços (ex: o Portal do Cidadão possui um setor de Ouvidoria, que mantém registros estatísticos das</p>	<p>2. Atendimento da demanda</p> <p>3. Sustentabilidade econômica</p> <p>4. Regulação do saneamento básico</p> <p>5. Regulamentação do setor</p> <p>6. Controle social</p>	<p>2. Atendimento da demanda</p> <p>- Para aumentar a eficiência do atendimento, falta relacionar os resultados dos monitoramentos aos processos de tomada de decisão da administração pública municipal.</p> <p>- Para aumentar a eficiência do atendimento, falta seguir uma disciplina formal para a manutenção das instalações físicas dos setores de drenagem e de resíduos.</p> <p>3. Sustentabilidade econômica</p> <p>- A SDU não mantém um monitoramento da situação econômica de cada setor do saneamento básico, mas, segundo dados financeiros coletados, os setores aparecem em situação financeiramente deficitária.</p> <p>4. Regulação do saneamento básico</p> <p>- Os setores não possuem uma entidade paritária formalmente constituída para fazer a regulação da gestão dos serviços de saneamento básico de forma integrada e independente.</p> <p>5. Regulamentação do setor</p> <p>- O contrato firmado pela COPASA e Prefeitura Municipal, atualmente vigente não apresenta conformidade com as disposições da lei que disciplina o setor de saneamento e seu decreto regulamentador, respectivamente a Lei Federal nº 11.445/07 e o Decreto Federal nº 7.217/10 (a Lei Municipal nº 3.670/15 não atende à Lei de Saneamento).</p> <p>- Para garantir que os instrumentos disciplinares (leis) sejam cumpridos será necessário implementar um processo sistematizado de fiscalização</p> <p>6. Controle Social</p> <p>- Dos processos abertos pela Ouvidoria no site da Prefeitura Municipal, 84% ainda não foram resolvidos, na data em que foi</p>



	FORÇAS	ITENS DE REFLEXÃO	FRAQUEZAS
	<p>manifestações dos cidadãos).</p> <p>7. Situação do setor na educação pública local</p> <ul style="list-style-type: none">- Existem iniciativas de conscientização ambiental em escolas públicas do município.- A Prefeitura de Lagoa Santa promove oficinas de educação ambiental, com o fim de reaproveitamento de materiais para artesanato, oferece um certificado. Essas oficinas são abertas à população a partir de 12 anos de idade.	<p>7. Situação do setor na educação pública local</p>	<p>feita a consulta (fevereiro de 2018)</p> <ul style="list-style-type: none">- Há diversos indícios que apontam para a conclusão de que os canais de comunicação entre a Prefeitura e o cidadão ainda carecem de alguma sistematização no que diz respeito ao encaminhamento das reclamações, de forma a apresentar mais eficácia na resolução dos problemas e maior grau de transparência quanto ao seu funcionamento do sistema “SAC” (serviço de atendimento ao cidadão). <p>7. Situação do setor na educação pública local</p> <ul style="list-style-type: none">- O sistema educacional local não possui disciplinas na grade oficial que tratem, com sistematização e critérios pedagógicos, dos temas relacionados ao saneamento básico.



	OPORTUNIDADES	ITENS DE REFLEXÃO	AMEAÇAS
Ambiente Externo	<p>1. Perfil institucional</p> <p>- Legislação federal dispõe sobre necessidade de adequação do perfil institucional da gestão dos serviços de saneamento básico.</p> <p>2. Atendimento da demanda / Sustentabilidade econômica</p> <p>- Envolver empresas privadas na gestão de resíduos sólidos, de forma que elas custeiem alguma infraestrutura (ex: containers de resíduos de logística reversa ou recicláveis e fiquem com os rendimentos da venda dos resíduos ou obtenham outras vantagens, a serem negociadas com o município).</p> <p>3. Regulação do saneamento básico</p> <p>Contratar entidade reguladora instituída pelo Estado ou pela União. Ex: Comitê de Bacia Hidrográfica</p> <p>4. Regulamentação do setor</p> <p>- Os 4 setores apresentam procedimentos que seriam beneficiados se houvesse leis municipais que os disciplinassem. Ex:</p> <p>Água para desperdícios; Esgoto para ligações irregulares ou inexistentes; Drenagem para ligações irregulares na rede de esgotos; Resíduos para disciplinar separação de materiais em função das diferentes coletas / para disciplinar a formação de novas associações de catadores; etc.</p> <p>5. Controle Social</p> <p>- O município conta com diversas associações que podem atuar aumentando a articulação das comunidades para fins de participação na política do saneamento básico</p>	<p>1. Perfil institucional</p> <p>2. Atendimento da demanda / Sustentabilidade econômica</p> <p>3. Regulação do saneamento básico</p> <p>4. Regulamentação do setor</p> <p>5. Controle social</p>	<p>1. Perfil institucional</p> <p>- Pode ocorrer falta de integração entre os setores de água / esgoto de um lado, e drenagem / resíduos, de outro, devido à diferença na política de gestão desses setores. (Água / Esgoto – concessão e Drenagem / Resíduos – administração direta)</p> <p>2. Atendimento da demanda / Sustentabilidade econômica</p> <p>- Forte dependência do município de subsídios do Estado e da União para desempenhar seu papel administrativo e operacional nos setores em que faz a administração direta.</p> <p>- Resistência da população em relação à introdução de cobranças sobre a prestação dos serviços de saneamento.</p> <p>3. Regulação do saneamento básico</p> <p>Contratação de entidade estadual representará um ônus a mais para o município.</p> <p>4. Regulamentação do setor</p> <p>- Pode ocorrer problemas caso outra associação de catadores, visando prestar serviços de coleta seletiva de resíduos, queira se instituir no município.</p> <p>- Para garantir que os instrumentos disciplinares (leis) sejam cumpridos será necessário implementar, nos quatro setores de saneamento, um processo sistematizado de fiscalização.</p> <p>5. Controle Social</p> <p>Uma gestão municipal dos setores com pouca transparência pode diminuir possibilidades de controle social no saneamento básico municipal.</p>

Fonte: adaptado por SHS, 2017.



As constatações efetuadas a partir da matriz SWOT possibilitam um entendimento maior e mais dinâmico sobre o setor de saneamento básico no município. Obtido esse entendimento pode-se configurar cenários que consideram diferentes modos de evolução do setor analisado. Previu-se primeiramente, com base na análise SWOT, uma evolução obtida a mercê de demandas pontuais e não sujeitas à disciplinamentos de ordem legal ou organizacional. Um cenário assim configurado foi denominado “cenário previsível”.

Pode-se ainda prever uma evolução da situação atual conduzida por mecanismos normativos ou situações de referência. Atualmente, no Brasil, um dos instrumentos mais eficazes para servir de referência normativa à evolução do setor de saneamento básico dos municípios é a Política Nacional de Saneamento Básico, instituída pela Lei 11.445/07 e regulamentada pelo Decreto 7.217/10.

A partir das diretrizes preconizadas pela Política Nacional de Saneamento foi configurado o “cenário normativo”, que mostra o conjunto de alternativas factíveis que representa a compatibilização sustentável entre as demandas e as disponibilidades dos serviços de saneamento básico de Lagoa Santa.

Enfim, a matriz SWOT e o arcabouço normativo vigente propiciaram a realização de projeções (cenários) de dois possíveis direcionamentos do setor de saneamento do município de Lagoa Santa, um deles supondo uma trajetória previsível e o outro um caminhar normativo. São eles:

Cenário previsível: configurado a partir das tendências de desenvolvimento do passado recente, considerando para o futuro uma moderada influência de vetores econômicos e legais associados a alguma relativa interferência da população e em algumas capacidades de modernização;

Cenário normativo: configurado a partir das tendências de desenvolvimento do passado recente, considerando para o futuro uma forte influência de vetores legais, econômicos, sociais e ambientais, todos associados a uma boa capacidade de modernização, principalmente em termos de gestão de processos.

Ainda, Buarque (2003) interpreta os cenários alternativos propostos no “Guia para Elaboração de Planos Municipais de Saneamento” da seguinte forma:



- ✓ Um **cenário previsível** é constituído a partir de diversos atores setoriais agindo isoladamente, sem considerar a implantação do Plano Municipal de Saneamento Básico, mas mesmo assim apresentando avanços ao longo do tempo.
- ✓ Um **cenário normativo**, também é constituído a partir de diversos atores setoriais, agindo, porém, de forma mais articulada devido ao direcionamento dado pelas disposições do PMSB, que funciona como instrumento indutor de ações planejadas e integradas.

Essa interpretação proposta por Buarque (2003) foi, em última análise, a adotada no desenvolvimento dos cenários alternativos para o setor de saneamento do município de Lagoa Santa.

O Quadro 112 apresenta os cenários mencionados.

Quadro 112 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o Sistema de Saneamento Básico Municipal de Lagoa Santa

CENÁRIO PREVISÍVEL	CENÁRIO NORMATIVO
<p style="text-align: center;">Perfil institucional</p> <p>- Os serviços de saneamento básico dos setores de drenagem urbana e resíduos sólidos que são prestados pela administração direta, são assumidos por uma mesma Secretaria Municipal (SDU). Parece previsível que esses sigam bem organizados no que concerne à definição de atribuições, competências e responsabilidades, principalmente as de caráter operacional. Não há, porém, evidências de que a gestão desses serviços esteja evoluindo em termos de uma integração gerencial sistemática entre si (resíduos e drenagem), com os demais setores do saneamento ou com outras pastas municipais. (Ex: Resíduos com Secretaria da Educação; Drenagem com aspectos do setor da Habitação, etc.).</p> <p>- O acompanhamento dos serviços efetuados por administração indireta ou por concessão (água e esgoto) tende a ser dificultado se não houver normas e/ou mecanismos de gestão que preconizem a responsabilidade da Prefeitura, enquanto Titular, pelos quatro eixos do saneamento básico municipal.</p>	<p style="text-align: center;">Perfil institucional</p> <p>- Com o poder normativo com que o PMSB dota a Prefeitura, a SDU pode se tornar a Secretaria capaz de acompanhar criticamente o desenvolvimento dos quatro eixos do saneamento básico, mesmo que alguns serviços sejam prestados por diretorias diferentes ou por outras entidades gestoras, como autarquias ou concessionárias.</p> <p>- Seguindo as diretrizes da Lei do Saneamento que incentivam a adoção de soluções compartilhadas, o município levantará junto ao CISREC as possibilidades de implementar uma usina de compostagem, uma usina de processamento de resíduos da construção civil e um aterro sanitário para o uso de diversos municípios, além de compartilhar o monitoramento de dados meteorológicos com o Aeroporto Internacional de Confins, e o uso de dados ambientais em conjunto com os municípios que integram a APA do Carste, entre outras ações conjuntas que servirão à otimização operacional e econômica dos sistemas.</p>



CENÁRIO PREVISÍVEL	CENÁRIO NORMATIVO
<p style="text-align: center;">Atendimento da demanda</p> <ul style="list-style-type: none">- 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.- Não há procedimentos sistematizados para o registro de dados visando manter dados históricos das operações realizadas.- As instalações físicas do setor recebem ações de manutenção corretiva sob demanda, porém não são submetidas a rotinas de manutenção preventiva.- Os planejamentos do setor são feitos para prazos relativamente curtos (em geral atualmente planeja-se para prazos máximos de 2 anos) e são pouco compartilhados com diversas partes interessadas.	<p style="text-align: center;">Atendimento da demanda</p> <p>Caso a administração municipal siga as proposições do PMSB, os serviços de saneamento básico, em Lagoa Santa, conseguirão atender a 100% de suas demandas em médio prazo (até oito anos).</p> <ul style="list-style-type: none">- A partir do 1º ano de vigência do PMSB a administração municipal terá condições de acompanhar sistematicamente a evolução do atendimento das demandas por saneamento básico tanto da sede como dos distritos e da área rural de Lagoa Santa, por meio da operação do SMIS.- A manutenção das instalações será efetuada de forma programada, o que deverá aumentar as rotinas preventivas (que tendem a ser menos onerosas e garantir maior vida útil aos dispositivos) e diminuir rotinas corretivas. <p>Com o atendimento do PMSB, os quatro setores funcionarão com planejamentos que, geralmente, adotarão parâmetros de longo prazo para obras, e critérios de curto e médio prazos para procedimentos menos estruturais, além de apresentarem um perfil mais participativo e portanto, mais democrático.</p>
<p style="text-align: center;">Regulação do setor</p> <p>Os setores de água, esgoto e resíduos são remunerados através do pagamento de tarifas e taxas.</p> <p>A cobrança pelos serviços de água e esgoto obedece a normas ditadas pela entidade reguladora da COPASA, a ARSAE.</p>	<p style="text-align: center;">Regulação do setor</p> <p>Os serviços de saneamento básico serão submetidos a uma Entidade Reguladora que será encarregada, minimamente, de:</p> <ul style="list-style-type: none">- 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 cuja reponsabilidade seja da entidade reguladora, conforme disposto na Lei 11.445/07 e Decreto 7.217/10.- Fiscalizar qualidade, quantidade e regularidade da prestação dos serviços.- Fiscalizar a conformidade dos procedimentos dos usuários.



CENÁRIO PREVISÍVEL	CENÁRIO NORMATIVO
<p>Regulamentação do setor de saneamento</p> <p>- Atualmente, os processos inseridos na prestação de serviços do saneamento básico que são potencialmente causadores de impactos ambientais <u>nem sempre</u> são submetidos ao licenciamento ambiental exigido pelos órgãos estaduais competentes.</p> <p>- A fiscalização desses processos não obedece a uma rotina sistemática.</p>	<p>Regulamentação do setor de saneamento</p> <p>- Os processos inseridos na prestação de serviços do saneamento básico que são potencialmente causadores de impactos ambientais serão submetidos ao licenciamento ambiental exigido pelos órgãos estaduais competentes.</p> <p>- O uso e ocupação dos solos municipais serão submetidos a um disciplinamento, por exemplo, por meio da imposição de condicionantes para a aprovação de loteamentos (ex: adoção de índices de impermeabilização dos solos nas bacias hidrográficas mais densamente ocupadas).</p> <p>- Haverá maior rigor na fiscalização dos procedimentos e processos em operação no setor de saneamento.</p>
<p>Controle social</p> <p>A gestão municipal prevê alguns mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade a possibilidade de fazer reclamações quanto aos serviços prestados, mas não há mecanismos de participação da sociedade nos processos de planejamento ou nas tomadas de decisão. Esse formato tende a continuar, se não houver mecanismos que regulamentem o setor em relação à sua responsabilidade social.</p>	<p>Controle social</p> <p>- Segundo o PMSB, a gestão municipal será dotada de mecanismos e procedimentos que deverão garantir à sociedade o acesso a informações e à participação nos processos de planejamento e nas tomadas de decisão que sejam socialmente importantes.</p> <p>- O município terá condições de manter um canal de interlocução com os usuários dos serviços de saneamento, que seja dotado de transparência quanto aos temas das reclamações e ao encaminhamento das propostas. A cada ocorrência registrada será aberto um formulário de medidas corretivas (para ações imediatas) e de medidas preventivas, visando a solução da causa do problema relatado.</p>
<p>Situação do setor na educação pública local</p> <p>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.</p>	<p>Situação do setor na educação pública local</p> <p>Questões relacionadas aos quatro sistemas do saneamento básico serão tratadas nas disciplinas das escolas públicas do município, incluindo iniciativas para promover a economia de água pelos usuários e a diminuição da geração de resíduos sólidos.</p>



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, será 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 de basearem-se no cenário normativo, os objetivos e metas estabelecidos neste PMSB também foram propostos considerando o diagnóstico técnico-participativo e o estudo de hierarquização das áreas prioritárias elaborados pela equipe técnica da SHS com o apoio dos gestores municipais de Lagoa Santa.

4.3. Sistema de Abastecimento de Água (SAA)

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 113, é apresentada a Matriz SWOT do SAA do município.



Quadro 113 - Matriz SWOT do Sistema de Abastecimento de Água (SAA)

	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente Interno	<p>FORÇAS</p> <p>1. Atendimento da demanda - Quase a totalidade da população urbana é atendida.</p> <p>2. Perfil institucional - Gestão do abastecimento do município efetuada pela COPASA.</p> <p>3. Sistema Operacional - Existência de ETAs locais e sistema interligado à Belo Horizonte.</p> <p>4. Sistema de Informações - COPASA possui um Sistema de Informações Operacionais (SIOP). - Existem Relatórios Anuais de Qualidade.</p> <p>6. Sustentabilidade econômica - Existe tarifação pelo SAA.</p>	<p>1. Atendimento da demanda</p> <p>2. Perfil institucional</p> <p>3. Sistema Operacional</p> <p>4. Sistema de Informações</p> <p>5. Legislação e normatização do setor</p> <p>6. Sustentabilidade econômica</p>	<p>FRAQUEZAS</p> <p>1. Atendimento da demanda - Não há total atendimento da população.</p> <p>3. Sistema Operacional - Existem locais sujeitos à falta d'água por não terem reservatórios, sendo eles: Vila José Fagundes, Palmital, Campinho e o Condomínio Canto do Riacho (bairros da sede), o distritos de Lagoinha de Fora e no distritos da Lapinha tem o bairro Sangradouro. - Ocorrem constantes reclamações por parte dos usuários sobre a qualidade da água, principalmente com relação: - ao sabor; - ao uso para lavagem de roupas (roupas brancas ficando amareladas); - à incidência de cálculo renal; - à outras questões diversas (cor, turbidez, etc.).</p> <p>4. Sistema de Informações - Ausência de procedimento sistematizado para análise da água das captações da área rural e sistemas isolados. - O município tem cadastro da rede de abastecimento de água atualizado.</p> <p>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.</p>



	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente Externo	OPORTUNIDADES 3. Sistema Operacional - Investimentos já previstos pela COPASA em melhorias no sistema de reservação e adução (adutora de integração Noroeste) para atender à população de Lagoa Santa somente com água advinda do sistema integrado ao de Belo Horizonte. (prazo até 2020)		AMEAÇAS 3. Sistema Operacional - A dependência de importação de água do sistema interligado pode acarretar em problemas futuros. 5. Legislação e normatização do setor - Não existe legislação específica para auxiliar a gestão do sistema.

Fonte: adaptado por SHS, 2018.



Considerando todas essas questões, partiu-se para a construção dos cenários previsível e normativo para o setor de abastecimento de água de Lagoa Santa. O resultado está apresentado no Quadro 114.

Quadro 114 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o Sistema de Abastecimento de Água (SAA)

Cenário Previsível	Cenário Normativo
94,4 % 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 distritos.	Manutenção dos equipamentos que compõem o SAA do município, feita de maneira contínua e preventiva.
Existência de tarifação apenas nas localidades atendidas pela COPASA e sistema trabalha em <i>déficit</i> .	Tarifação pelo uso da água efetiva e socialmente referenciada, garantindo a sustentabilidade econômica do SAA.

4.4. Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)

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 115 apresenta a Matriz SWOT gerada pela análise.



Quadro 115 - Matriz SWOT do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)

	PONTOS POSITIVOS FORÇAS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS FRAQUEZAS
Ambiente Interno	<p>2. Perfil institucional - Gestão do esgotamento sanitário do município é efetuada pela COPASA.</p> <p>3. Sistema Operacional - O município possui rede separadora de esgotos (ou seja, não há mistura com o que é coletado das águas pluviais). - Todo o esgoto coletado é tratado.</p> <p>4. Sistema de Informações - COPASA possui um Sistema de Informações Operacionais (SIOP). - O município tem cadastro da rede de coleta de esgotos atualizado.</p> <p>6. Sustentabilidade econômica - Existe tarifação pelo SES.</p>	<p>1. Atendimento da demanda</p> <p>2. Perfil institucional</p> <p>3. Sistema Operacional</p> <p>4. Sistema de Informações</p> <p>5. Legislação e normatização do setor</p> <p>6. Sustentabilidade econômica</p>	<p>1. Atendimento da demanda - O município apresenta 43,85 % da população urbana atendida com a coleta e tratamento dos esgotos sanitários gerados.</p> <p>3. Sistema Operacional - Sistemas locais de tratamento de esgotos não têm capacidade para atender demanda caso todos os domicílios fossem atendidos pela rede coletora - Existem locais onde os esgotos são lançados incorretamente devido à ausência de rede coletora. - O município não tem cadastro da rede de coleta de esgotos.</p> <p>5. Legislação e normatização do setor - O município apresenta uma potencial contaminação das águas subterrâneas.</p>
	<p>OPORTUNIDADES</p> <p>3. Sistema Operacional - Possibilidade de investimentos em ETEs por empresas responsáveis por novos empreendimentos imobiliários.</p>		<p>AMEAÇAS</p> <p>3. Sistema Operacional - Imprevisibilidade quanto ao aumento da demanda devido ao crescimento acelerado da expansão urbana.</p>

Fonte: adaptado por SHS, 2018.



Considerando todas essas questões, partiu-se para a construção dos cenários previsível e normativo para o setor de esgotos de Lagoa Santa. O resultado está apresentado no Quadro 116.

Quadro 116 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)

Cenário Previsível	Cenário Normativo
43,85 % da população urbana 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.
ETEs do município não possuem capacidade para tratamento dos esgotos gerados de toda a população.	Implantação e operação adequadas de um sistema de tratamento de esgotos adaptado a cada localidade.
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.
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.	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.

4.5. Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

O gerenciamento adequado de resíduos sólidos, visando a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos é um dos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305, de 2010). Dessa maneira, foram traçados cenários com o objetivo de universalizar a coleta convencional, ampliar a abrangência dos serviços de coleta seletiva, varrição e capina, implantar a compostagem e o sistema de logística reversa no município de Lagoa Santa, reduzindo, assim, a quantidade de resíduos sólidos encaminhada ao aterro sanitário.



O planejamento estratégico para a gestão dos resíduos sólidos foi realizado através da aplicação da análise *SWOT* (*Strengths, Weakness, Opportunities and Threats*), que permitiu a avaliação das forças e fraquezas, oportunidades e ameaças atuantes sobre a gestão de resíduos sólidos de Lagoa Santa. As oportunidades e as forças são atributos que ajudam a atingir os objetivos; já as ameaças e os pontos fracos são fatores que podem impedir a concretização dos objetivos, sendo, por isso, necessário superá-los.

A seguir, é apresentada a Matriz *SWOT* para o SLUMRS de Lagoa Santa (Quadro 117). 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 117 - Matriz SWOT do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos – Fatores Internos

	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente Interno Fatores Internos	<p style="text-align: center;">FORÇAS</p> <p>2. Gerenciamento de resíduos sólidos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Há coleta convencional em 100% da área urbana. - A ASCAMARE, associação responsável pela coleta seletiva, atende a aproximadamente 90% da população do município e, com a implantação do Parque Socioambiental Reciclar (que possui projeto básico e área definida), esse índice atingirá 100% em breve. - A maior parcela dos resíduos sólidos gerados no município recebe destinação final adequada, em aterro sanitário licenciado, com sistema de drenagem e tratamento de chorume. - Utilização de um Aterro de Resíduos de Construção Civil Classe A pertencente ao município. <p>4. Legislação e normatização do setor</p> <ul style="list-style-type: none"> - Existência de leis municipais de gerenciamento de resíduos sólidos. - Existência de leis municipais de proteção ao meio ambiente. 	<p>1. Perfil institucional</p> <p>2. Gerenciamento de resíduos sólidos</p> <p>3. Sustentabilidade econômica</p> <p>4. Legislação e normatização do setor</p> <p>5. Canais de comunicação com a população</p> <p>6. Educação ambiental e mobilização social</p> <p>7. Perfil territorial</p>	<p style="text-align: center;">FRAQUEZAS</p> <p>1. Perfil institucional</p> <ul style="list-style-type: none"> - Não há uma articulação sistematizada entre os eixos do saneamento básico. - A gestão administrativa é desorganizada, ou seja, não há uma logística adequada para gestão das questões relacionadas ao SLUMRS. - Dependência de empresas terceirizadas para realização da maioria dos serviços. - Ausência de Plano de Contingência e Emergência. <p>2. Gerenciamento de resíduos sólidos</p> <ul style="list-style-type: none"> - A coleta convencional de resíduos sólidos não é realizada na área rural. - Há descarte irregular de resíduos sólidos, principalmente domiciliares e de construção civil, em diversos pontos do município. Presença de bota-foras clandestinos nos bairros Aeronautas e Lapinha. - O serviço de varrição não atende a toda área urbana, geralmente restringindo-se às praças e principais avenidas do município.



	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
	<p>5. Canais de comunicação com a população</p> <p>- Há canais de comunicação com a população no site da Prefeitura Municipal de Lagoa Santa e também em uma página do Facebook, onde os cidadãos podem registrar suas críticas, sugestões ou solicitações.</p> <p>7. Perfil territorial</p> <p>- Existência de área rural pequena representa um fator facilitador para a implementação de gerenciamento de resíduos sólidos.</p>		<ul style="list-style-type: none">- Falta de manutenção (podas e capinas) em áreas verdes públicas (responsabilidade da Prefeitura) e também em lotes particulares (responsabilidade dos proprietários).- Os resíduos orgânicos gerados nos domicílios são destinados ao aterro sanitário de Betim.- Ocorre queima de resíduos sólidos em diversos bairros e localidades, por exemplo: Visão, Aeronautas, Lapinha, Palmital, Lagoinha de Fora, Recanto da Lagoa, entre outros.- Ausência de um banco de dados unificado para acesso da Prefeitura aos PGRS de Estabelecimentos de Saúde e de outros geradores que têm obrigatoriedade de elaboração desse documento. Os grandes geradores não apresentam nenhum documento à Prefeitura Municipal informando a quantidade, forma de armazenamento, transporte e tratamento de resíduos sólidos gerados em suas atividades.- Fiscalização falha com relação ao cumprimento da legislação, principalmente relacionada à disposição irregular de resíduos sólidos e manutenção de lotes vagos.- Ausência de aterro sanitário municipal.- Ausência de um sistema de logística reversa, com exceção dos pneus, que são coletados pela Reciclanip.- A distância entre o município de Lagoa Santa e o aterro sanitário de Betim é de 63 km. Isso aumenta consideravelmente os gastos com o transporte dos resíduos sólidos da estação de transbordo até o aterro.



	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
			<ul style="list-style-type: none">- Os galpões de triagem de material reciclável apresentam diversos problemas estruturais.- Não há rótulos de identificação dos RSS e algumas UBS não possuem um local apropriado para acondicionamento e armazenamento desses resíduos até o momento da coleta.- Falta de conscientização da população sobre as responsabilidades relacionadas à manutenção da limpeza urbana.- Atuação de catadores avulsos, em condição de vulnerabilidade social. <p>3. Sustentabilidade econômica</p> <ul style="list-style-type: none">- A taxa de coleta de resíduos sólidos é cobrada uma vez por ano, junto com o IPTU. Como o valor arrecadado é inferior ao valor gasto pelo município com o SLUMRS, o sistema opera em <i>déficit</i> financeiro. <p>5. Canais de comunicação com a população</p> <ul style="list-style-type: none">- A população reclama a falta de retorno, por parte da Prefeitura, às solicitações realizadas nos canais de comunicação (site do município e página do Facebook). <p>6. Educação ambiental e mobilização social</p> <ul style="list-style-type: none">- As atividades de educação ambiental são pouco frequentes no município.- A falta de informação faz com que uma parcela da população



	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
			<p>disponha os resíduos sólidos, para coleta, fora dos dias e horários adequados. Além disso, devido à quantidade reduzida de atividades de educação ambiental e mobilização social, frequentemente ocorre a queima e o descarte irregular de resíduos sólidos em terrenos baldios e logradouros públicos.</p> <p>7. Perfil territorial</p> <p>- Baixa disponibilidade de áreas favoráveis à disposição final ambientalmente adequada de rejeitos no município, principalmente devido à APA e à proximidade com o Aeroporto Internacional de Confins.</p>



	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
	<p style="text-align: center;">OPORTUNIDADES</p> <p>2. Gerenciamento de resíduos sólidos</p> <ul style="list-style-type: none">- Possibilidade de adotar soluções compartilhadas para o gerenciamento de resíduos sólidos, com municípios vizinhos, como por exemplo, aqueles que são signatários do Consórcio Intermunicipal de Saúde da Região do Calcário (CISREC), que já conta com a participação de Lagoa Santa.- A proximidade com a Região Metropolitana de Belo Horizonte facilita o acesso à tecnologia e mão-de-obra qualificadas.	<p>1. Perfil cultural</p> <p>2. Gerenciamento de resíduos sólidos</p> <p>3. Política federal, estadual ou municipal de priorização de investimentos</p>	<p style="text-align: center;">AMEAÇAS</p> <p>1. Perfil cultural</p> <ul style="list-style-type: none">- Desinformação da população com relação à necessidade da separação e do descarte adequado de resíduos sólidos no dia a dia. <p>3. Política federal, estadual ou municipal de priorização de investimentos</p> <ul style="list-style-type: none">- Burocracia no processo de obtenção de recursos financeiros externos (Estado, Governo Federal e agências de fomento).- Risco de não renovação de contratos com terceiros devido a problemas relacionados com a prestação dos serviços.- Dificuldade em encontrar mercado para o composto orgânico e para Resíduos de Construção Civil recicláveis ou reutilizáveis.

Fonte: adaptado por SHS, 2018.



Com base na matriz *SWOT*, que avalia aspectos positivos e negativos internos e externos à gestão de do sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos do município de Lagoa Santa, foi possível elaborar a descrição dos cenários previsível e normativo para o horizonte de planejamento (Quadro 118).

Quadro 118 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

Cenário Previsível	Cenário Normativo
Coleta convencional e coleta seletiva não atendem a totalidade da população.	Coleta convencional e seletiva universalizada, ou seja, com abrangência em todo o município.
Disposição dos resíduos orgânicos gerados nos domicílios em aterro sanitário.	Estabelecer metas para redução do aporte dos resíduos orgânicos em aterros sanitários, e estimular o seu reaproveitamento/reciclagem, preferencialmente através do processo de compostagem.
Há a disposição inadequada de RCC em diversos pontos do município, fazendo com que parte desse material não seja coletado e reaproveitado para fins sustentáveis.	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.
O sistema de fiscalização, principalmente no que se refere ao descarte irregular de resíduos sólidos e a manutenção de lotes vagos, é ineficaz.	Processos de fiscalização melhor estruturados e planejados, de forma a atender às demandas da gestão integrada de resíduos, com definição das responsabilidades e competências. A legislação determina que é expressamente proibido o descarte de resíduos sólidos em terrenos vagos, públicos ou privados, assim como a sua deposição em recipientes ou contêineres destinados ao recolhimento de resíduos recicláveis ou lixo seco, ou o seu acondicionamento em locais que possam colocar em risco a segurança dos pedestres.
O serviço de varrição de logradouros públicos asfaltados não atende toda a área urbana.	Esse serviço deve ser expandido a toda malha urbana onde há logradouros públicos asfaltados. A varrição dos passeios pertencentes às residências é de responsabilidade dos proprietários.
A taxa de coleta de lixo é cobrada anualmente, junto com o IPTU, e não é suficiente para atingir a sustentabilidade financeira do SLUMRS.	Cobrança estabelecida de maneira participativa e suficiente para auxiliar na gestão integrada de resíduos sólidos com sustentabilidade financeira.



Cenário Previsível	Cenário Normativo
Ausência de um plano de gerenciamento de resíduos especiais, fazendo com que não haja a destinação ambientalmente adequada para a maior parcela desses resíduos, com exceção dos pneus.	Deve ser implantado um sistema de coleta, transporte 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.

Fonte: SHS, 2018.

4.6. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais

O setor de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais 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 119 apresenta a Matriz SWOT gerada pela análise



Quadro 119 - Matriz SWOT do Sistema de Drenagem Urbana (SDU)

	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente interno	<p>FORÇAS</p> <p>1. Perfil institucional - Existência da Secretaria de Desenvolvimento Urbano, centralizando e facilitando as diretorias para uma gestão eficiente do Sistema de Drenagem Urbana. - Funcionários qualificados.</p> <p>3. Legislação e normatização do setor - Possui Plano Diretor. - Parte do município fica dentro da APA Carste de Lagoa Santa. - Possui Plano de Macrodrenagem.</p> <p>8. Estrutura e sistema de gerenciamento da drenagem - Há mapeamento dos pontos de lançamento do sistema de drenagem. - Há Plano de Macrodrenagem. - Existência de Lagoas e represas em muitas micro bacias.</p>	<p>1. Perfil institucional</p> <p>2. Sustentabilidade e econômica</p> <p>3. Legislação e normatização do setor</p> <p>4. Sistema de informações</p> <p>5. Planejamento territorial / Uso e ocupação do solo</p> <p>6. Parcerias institucionais</p> <p>7. Orçamento municipal</p> <p>8. Estrutura e sistema de</p>	<p>FRAQUEZAS</p> <p>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 sistematizado na manutenção preventiva das redes de drenagem.</p> <p>2. Sustentabilidade econômica - Não há monitoramento dos gastos públicos com drenagem. - Não há cobrança para os serviços municipais de drenagem urbana</p> <p>3. Legislação e normatização do setor - O Plano diretor transforma parte da área da APA em área urbana, o que aumenta a pressão imobiliária e a taxa de ocupação. - O Plano de Macrodrenagem não foi transformado em lei e precisa ser atualizado. - Não possuem diretrizes/ medidas protetivas de fundos de vale. Existência de Áreas de Preservação Permanente (APPs) não conservadas. - Ocupação de APPs e cursos hídricos por edificações. - Ausência de legislação que normatize ao parcelamento do solo a obrigatoriedade de drenagem subterrânea (profunda), quando a mesma for necessária.</p>



	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
		<p>gerenciamento da drenagem</p> <p>9. Proteção aos recursos hídricos</p>	<p>4. Sistema de informações</p> <ul style="list-style-type: none">- 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 (rompimento de represas). <p>5. Planejamento territorial / Uso e ocupação do solo</p> <ul style="list-style-type: none">- Não há infraestruturas de controle de processos erosivos em locais de risco.- Ocupação de talvegues.- Há processos erosivos na área rural do município.- Ocupações residenciais em áreas de risco de deslizamentos (muitos pontos no município).- Há anuência da prefeitura em ocupações de fundo de vale com predisposição para locais de risco. <p>8. Estrutura e sistema de gerenciamento da drenagem</p> <ul style="list-style-type: none">- O município não possui levantamento cadastral da drenagem urbana.- Não há estruturas de microdrenagem na maioria das vias.- Não há dissipadores de energia ao fim dos principais lançamentos.- Há muitos pontos de alagamento em área urbana.- Há pontos de inundação na área urbana.- Há três pontes que não atendem às demandas hidrológicas.- Não há sistematização da manutenção.- Há muitas vias sem pavimentação- Há ligações clandestinas entre esgotos e águas pluviais.



	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente externo	<p style="text-align: center;">OPORTUNIDADES</p> <p>1. Perfil institucional - Existência de Conselho Municipal do Meio Ambiente.</p> <p>3. Legislação e normatização do setor - Lei federal sobre o parcelamento do solo, disposições sobre infraestrutura básica de parcelamento de solos, incluindo equipamentos urbanos de escoamento de águas pluviais (Lei nº 6.766, 19/12/1979). - Possui Plano Diretor. - Parte do município fica dentro da APA Carste de Lagoa Santa, onde a normatização é mais restritiva.</p> <p>5. Planejamento territorial / Uso e ocupação do solo - Utilização da Plataforma do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2iD.</p> <p>6. Parcerias institucionais - Parte do PDRH Velhas. - Existe um Sistema de Alerta de Eventos Crítico na Bacia das Velhas, que se encontra em fase de estudos de viabilidade e implantação o até o final de 2018 (SACE-CPRM). - Defesa Civil é atuante.</p>		<p>9. Proteção aos recursos hídricos - Há cursos hídricos assoreados. - De modo geral, as APPs de nascentes estão degradadas. - Há disposição de resíduos sólidos urbanos nos cursos hídricos.</p> <p style="text-align: center;">AMEAÇAS</p>



	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
	<p style="text-align: center;">OPORTUNIDADES</p> <p>7. Orçamento municipal - O orçamento municipal é suficiente para gerir o Sistema de Drenagem Urbana.</p> <p>8. Estrutura e sistema de gerenciamento da drenagem - Existe um Sistema de Alerta de Eventos Crítico na Bacia das Velhas, que se encontra em fase de estudos de viabilidade e implantação o até o final de 2018 (SACE-CPRM). - Plano de Ação do PDRH Rio das Velhas (R\$ 2014). Agendas (Branca - Sistema de Informações).</p> <p>9. Proteção aos recursos hídricos - Há separação entre esgotos e águas pluviais. - Plano de Ação do PDRH Rio das Velhas (R\$ 2014). Agendas (Azul e Verde). (http://200.98.167.210/site/arquivos/PDRH_Velhas_VOLUME_II.pdf) .</p>		<p style="text-align: center;">AMEAÇAS</p>

Fonte: SHS, 2018.



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 120.

Quadro 120 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o Sistema de Drenagem Urbana

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

Fonte: SHS, 2018



5. Definição de objetivos e metas

Após as análises das matrizes SWOT, o estabelecimento de cenários alternativos e a hierarquização das áreas de intervenção prioritárias, são apresentadas os Objetivos e Metas para o sistema de saneamento básico como um todo e para cada um dos sistemas em particular.

Salienta-se que a extensão dos prazos para o estabelecimento de metas dentro do horizonte de planejamento adotado (20 anos), foi segmentada em:

- Curto prazo: até 4 anos
- Médio prazo: 4 a 8 anos
- Longo prazo: 8 a 20 anos

5.1. Sistema Geral do Saneamento Básico Municipal

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.

Feita essa consideração, a seguir são elencados os objetivos gerais assumidos por este Plano, dentro do horizonte de planejamento predeterminado (20 anos):

- Universalização do acesso ao saneamento básico: todos os moradores do território municipal terão acesso aos serviços de saneamento básico (água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e manejo de águas de chuva e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos);
- Articulação com a políticas de desenvolvimento que tenham como foco o combate à pobreza;
- Uso sustentável dos recursos hídricos e prevenção da poluição ambiental;
- Promoção da saúde e do bem-estar da população;
- Busca de 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 considerados 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 por entidade paritária e independente; que possua instrumentos eficazes para a gestão administrativa, operacional e ambiental e que mantenha mecanismos de controle social em sua gestão.

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 mais específica do que o objetivo e também mais quantitativa por que sempre acompanhada de uma indicação do prazo que se necessita para o seu alcance.

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 das metas estabelecidas e a partir daí, do objetivo a elas vinculado.

Neste PMSB, os objetivos gerais anteriormente mencionados foram considerados para o final do horizonte de planejamento que, neste caso, é de vinte anos. Dentro desse período maior, foram estabelecidos objetivos e metas específicos para serem alcançados em prazos distintos, quais sejam:

- Curto prazo: de 0 a 4º ano (duração de 4 anos);
- Médio prazo: do 4º ao 8º ano (duração de 4 anos);
- Longo prazo: de 8º ao 20º ano (duração de 12 anos).

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 alcance da meta posterior.

A definição de objetivos e metas também obedeceu à indicação de áreas prioritárias dentro do espaço municipal, que se apresentaram carentes de determinados serviços do saneamento básico.

Destaca-se que as metas sempre devem ser entregues nos prazos estabelecidos no PMSB, mas, se se tratar de ações contínuas, a situação alcançada deve ser mantida até o fim do horizonte de planejamento.



Feitas essas considerações, os objetivos e metas propostos para o sistema de saneamento com base no diagnóstico de Lagoa Santa e no cenário normativo estabelecido pela Matriz SWOT, são descritos a seguir.

- Objetivo 1.** Estabelecer mecanismos de gestão que possibilitem uma articulação dos quatro eixos do saneamento básico entre si e desses com outras Secretarias Municipais, estejam eles sob a administração direta do município, ou não.
- Objetivo 2.** Implementar uma rotina de acompanhamento dos processos inseridos no planejamento e na prestação de serviços de cada eixo do saneamento básico municipal.
- Objetivo 3.** Alcançar a sustentabilidade econômico-financeira para o setor do saneamento no município.
- Objetivo 4.** Submeter a prestação de serviços dos quatro eixos do saneamento básico a uma entidade reguladora paritariamente constituída e que assuma as atribuições de regulação definidas na Lei nº 11.445/07 e no seu decreto regulamentador.
- Objetivo 5.** Apresentar conformidade com a legislação vigente e garantir a fiscalização dos procedimentos dos usuários dos quatro setores do saneamento básico.
- 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.

Na Tabela 10 são apresentadas as metas para cada objetivo proposto de forma sistematizada, além dos prazos de cada meta.



Tabela 10 - Objetivos e metas do Sistema de Saneamento Básico Municipal de Lagoa Santa

Objetivo	Metas	Prazo de entrega
<p>1. Estabelecer mecanismos de gestão que possibilitem uma articulação dos quatro eixos do saneamento básico entre si e desses com outras Secretarias e Diretorias Municipais, estejam eles sob a administração direta do município, ou não.</p>	1.1. Instituir uma Divisão que funcione como uma “Central do Saneamento Básico Municipal”, com atribuições de acompanhar os processos de planejamento, prestação, regulação, fiscalização e controle social dos serviços de saneamento no município.	Imediato
	1.2. Estabelecer mecanismos oficiais que imponham uma comunicação periódica e sistemática entre os setores do saneamento básico (água, esgoto, drenagem e resíduos) garantindo que haja um fluxo de informações visando um alinhamento estratégico entre eles.	Imediato
	1.3. Instituir um Conselho Municipal de Saneamento Básico.	Imediato
<p>2. Implementar uma rotina de acompanhamento dos processos inseridos no planejamento e na prestação de serviços de cada eixo do saneamento básico municipal.</p>	2.1. Viabilizar, com a infraestrutura (sala, equipamentos, programas computacionais, etc.) e os recursos humanos (operador do SMIS, engenheiro ambiental, etc.) necessários, a operação do SMIS (Sistema Municipal de Informações em Saneamento).	Longo
<p>3. Alcançar a sustentabilidade econômico-financeira para o setor do saneamento no município.</p>	3.1. Instituir e sistematizar soluções operacionais e gerenciais que influenciem na melhoria da situação financeira dos setores.	Curto



Objetivo	Metas	Prazo de entrega
4. Submeter a prestação de serviços dos quatro eixos do saneamento básico a uma entidade reguladora paritariamente constituída e que assuma as atribuições de regulação definidas na Lei nº 11.445/07 e no seu decreto regulamentador.	4.1. Garantir que a função reguladora de cada setor seja exercida por um órgão institucional regulamentado.	Curto
5. Apresentar conformidade com a legislação vigente e garantir a fiscalização dos procedimentos dos usuários dos quatro setores do saneamento básico.	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
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.	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



5.2. Sistema de Abastecimento de Água (SAA)

Para o sistema de abastecimento de água foram propostos cinco objetivos específicos, de acordo com os aspectos do SAA, com as características de Lagoa Santa 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 Lagoa Santa 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 11 estão apresentados os objetivos e respectivas metas de forma sistematizada, além dos prazos para cada meta.



Tabela 11 - 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 distritos).	Curto
	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.	Curto
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 <i>per capita</i> mensurados corretamente.	Curto
	2.2. Atingir índice de perdas igual a 30%.	Curto
	2.3. Atingir índice de perdas igual a 25%.	Médio
	2.4. Atingir índice de perdas igual a 20%.	Longo



Objetivo	Metas	Prazo de entrega
3. Implementar para o SAA de Lagoa Santa 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.	Curto
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.	Curto
	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.	Curto
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.	Curto
	5.2. População sensibilizada sobre questões de escassez de água.	Curto
	5.3. Possuir canais de comunicação com a população.	Curto
	5.4. Obtenção de um índice inicial de respostas satisfatórias a reclamações de 100%.	Longo



5.3. Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)

Para o sistema de esgotamento sanitário foram propostos cinco objetivos específicos, de acordo com os aspectos do SES, com as características de Lagoa Santa 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 Lagoa Santa (sede e distritos).**
- 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 Lagoa Santa 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 12 estão apresentados os objetivos e as respectivas metas de forma sistematizada, além dos prazos para cada meta.



Tabela 12 - 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 Lagoa Santa (sede e distritos).	1.1. Aumentar o índice de cobertura de afastamento dos esgotos para 100 % na área urbana da sede e dos distritos.	Médio
	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.	Curto
	2.2. Desativar os sistemas de tratamento de esgotos rurais inadequados e lançamentos <i>in natura</i> dos esgotos.	Curto
	2.3. Implantar sistemas de tratamento adequados para atender às comunidades rurais.	Curto
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.	Curto
	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 Lagoa Santa 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.	Curto
	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



5.4. Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

Para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos foram propostos 9 objetivos específicos, de acordo com as características de Lagoa Santa 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.

A universalização da coleta convencional é uma obrigação do Poder Público Municipal, estabelecida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos com o objetivo de proteger a saúde pública e a qualidade ambiental. A ampliação da coleta porta a porta para a totalidade do município apresenta algumas restrições relacionadas à passagem do caminhão utilizado no serviço: ruas estreitas e com alta declividade, e ocorrência de vias sem saída, que não permitem manobras de retorno. Estas limitações impactam a produtividade dos serviços e, por consequência, elevam os custos. Com relação à área rural, que atualmente não é atendida, deve-se definir a melhor estratégia para atendê-la. Uma estratégia eficaz para diminuir a distância percorrida pela população para dispor seus resíduos é disponibilizar tambores ou caçambas em pontos estratégicos, o que caracteriza o sistema de coleta ponto a ponto.

No que diz respeito à coleta seletiva, atualmente a ASCAMARE coleta cerca de 47% do material reciclável gerado no município e aproximadamente 90% da população é atendida. Com o intuito de universalizar esse serviço, a área rural e os bairros Lagoinha de Fora, Vila dos Ipês e Vista Alegre devem ser atendidos, e o índice de coleta deve aumentar para 100% do material reciclável gerado.

Objetivo 2. Reduzir o aterramento de resíduos recicláveis e passíveis de compostagem.

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, são considerados rejeitos os resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não



apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada. Dessa maneira, a PNRS impõe metas para redução do aporte de resíduos úmidos em aterros sanitários, e estimula o seu aproveitamento/reciclagem, recomendando como tratamento, preferencialmente a compostagem. Para que se atinja esse objetivo, além de conscientizar a população quanto à necessidade de reduzir a geração e o desperdício de alimentos, propõe-se que a Secretaria de Limpeza Urbana, juntamente com outros órgãos municipais responsáveis, incentive a compostagem doméstica, fornecendo orientações técnicas às pessoas interessadas em realizar o processo de compostagem em suas residências. Além disso, é importante estabelecer critérios para licenciamento dos grandes empreendimentos imobiliários residenciais, visando à obrigatoriedade de tratamento do resíduo orgânico no próprio condomínio, por meio da compostagem ou com utilização de biodigestores de pequeno porte.

A PNRS prevê, também, a redução do material reciclável enviada ao aterro sanitário. Com a implantação do Parque Socioambiental Reciclar, a estrutura para triagem dos resíduos recicláveis será muito maior e, além disso, serão inclusos aproximadamente 30 catadores na ASCAMARE, fazendo com 100% do material seja coletado em breve e o objetivo seja atingido. A disponibilidade de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) e Locais de Entrega Voluntária (LEVs), para acúmulo temporário de resíduos recicláveis, é essencial para incentivar a participação da população nesse processo, pois quando os cidadãos não encontram local adequado para dispor os recicláveis, acabam desmotivados quanto à separação dos materiais. O reaproveitamento ou a reciclagem de resíduos sólidos que seriam problema ambiental ou despesa adicional ao SLUMRS, passa a ser uma alavanca para a inclusão social da população e da gestão municipal do setor.

Objetivo 3. Ampliar e otimizar a cobertura dos serviços de limpeza urbana.

As informações levantadas no diagnóstico permitiram identificar diversos bairros que não são atendidos pelo serviço de limpeza urbana, principalmente a varrição de vias asfaltadas. Dessa maneira, é importante que haja ampliação da cobertura desses serviços, que na maioria dos bairros, restringe-se apenas às praças e principais avenidas.



Objetivo 4. Integrar a gestão financeira, operacional, administrativa e de planejamento do SLUMRS, sob a responsabilidade do Poder Público, e articular a atuação dos atores envolvidos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos define como Gestão Integrada de Resíduos Sólidos o conjunto de ações voltadas para buscar soluções para as formas de geração e destinação de resíduos sólidos, de forma a considerar as esferas política, econômica, ambiental e cultural e dotar seu manejo de controle social, sob a premissa geral do desenvolvimento sustentável.

Os subsetores da gestão pública devem trabalhar em conjunto, de maneira integrada, para que haja alinhamento de objetivos e atividades relacionadas ao setor. O planejamento orçamentário, por exemplo, se for realizado sem embasamento das pessoas que lidam diretamente com a realidade operacional do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos, está sujeito a ser sub ou super dimensionado, podendo ocasionar prejuízos financeiros.

A Prefeitura Municipal tem função essencial como articuladora dos diferentes agentes do SLUMRS (empresas privadas, organizações não governamentais, associações, entre outros), e obrigação de conhecer as formas de gerenciamento dos diversos tipos de resíduos gerados no município, mesmo que não sejam de sua responsabilidade direta. Este conhecimento possibilita intervenções assertivas, a fim de garantir a adequação dos processos realizados e a compatibilização com as políticas públicas vigentes.

Objetivo 5. Implantar o sistema de logística reversa no município.

O estabelecimento de acordos setoriais no município e a definição de estratégias, conforme assegura a Política Nacional de Resíduos Sólidos, será fundamental para a ampliação dos índices de reaproveitamento e reciclagem dos resíduos sólidos passíveis de logística reversa. Dessa maneira, o município deverá participar, de forma mais efetiva e articulada, das negociações com o setor privado, visando à adoção dos processos de logística reversa preconizados pela PNRS. O objetivo é a reinserção de resíduos nos próprios processos produtivos, permitindo a reutilização/reciclagem, ou então a destinação adequada, sem ônus ao serviço público de limpeza. A sistematização dos atores municipais que possuem responsabilidade



pós-consumo e o fornecimento de infraestrutura para recebimento desses resíduos, auxiliarão no estabelecimento das cadeias de retorno desses materiais, evitando que sejam descartados inadequadamente.

Todos os empreendimentos receptores de resíduos de logística reversa estão sujeitos à elaboração do PGRSE - Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Especiais durante o processo de regularização. Nestes planos, deverão ser comprovadas se as destinações dadas aos resíduos estão devidamente licenciadas. A exigência de elaboração deste documento, assim como a fiscalização de sua implementação, são importantes medidas para o Poder Público Municipal promover destinação adequada destes resíduos.

Os resíduos sólidos passíveis de logística reversa são apresentados a seguir:

- Agrotóxicos - resíduos e embalagens;
- Pilhas e baterias;
- Pneus;
- Óleos lubrificantes e suas embalagens;
- Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- Óleos e gorduras de uso na preparação de alimentos;
- Produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Objetivo 6. Otimizar a fiscalização e atender à legislação aplicável ao gerenciamento de resíduos sólidos.

A regulamentação de alguns procedimentos necessários ao gerenciamento dos diversos tipos de resíduos sólidos, por meio do estabelecimento de instrumentos legais no âmbito municipal, estadual e federal, é indispensável para assegurar o gerenciamento eficiente do sistema integrado de resíduos sólidos. Os esforços da Prefeitura Municipal de Lagoa Santa devem estar voltados para a regularização do atendimento ao conteúdo estabelecido por leis, normas, decretos, resoluções, principalmente as que tratam de questões ambientais, nas esferas estadual e federal. Dessa maneira, o Poder Público terá respaldo para exigir a adequação dos procedimentos e atividades.

A Prefeitura deve definir a obrigatoriedade dos estabelecimentos de elaborarem os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), quando couber, assim



como estabelecido na Lei 12.305/2010. Esses documentos devem ser submetidos à avaliação pela administração municipal, e precisam apresentar informações atualizadas sobre a implementação e operacionalização do gerenciamento dos resíduos sólidos gerados em suas atividades. A regulação da Prefeitura pode se estender às questões relacionadas à Logística Reversa, conforme estabelece o Decreto 7.404/2010.

É imprescindível intensificar a fiscalização com relação ao descarte irregular, queima de resíduos sólidos e manutenção de lotes vagos, visto que esses são problemas recorrentes em Lagoa Santa e precisam ser resolvidos brevemente.

Objetivo 7. Otimizar a fiscalização, o monitoramento e o controle da qualidade dos serviços prestados.

Existe uma deficiência no controle de dados operacionais e de planejamento dentro do SLUMRS. As informações sobre geração dos diversos tipos de resíduos, monitoramento das áreas de descarte irregular dos mesmos, dados operacionais e análise de indicadores de desempenho, por meio de um sistema informatizado, permitem otimizar o processo de gerenciamento das funções, controle e fiscalização dos serviços. Fiscalizar a adequação das atividades ligadas à Gestão de Resíduos Sólidos permite que as falhas do sistema sejam identificadas e, a partir de então, sejam estabelecidos procedimentos a fim de supri-las.

A existência de um Sistema de Informações que permita a centralização e sistematização de dados primários e o acompanhamento de indicadores relacionados a objetivos pré-estabelecidos, possibilita a atuação integrada e otimiza os processos de tomada de decisões, tão necessários a uma gestão eficiente.

Objetivo 8. 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 educação ambiental e a mobilização social são estratégias essenciais para que se atinja a gestão articulada de resíduos sólidos, pois é necessário superar alguns problemas com relação à limpeza urbana, por exemplo, o descarte de resíduos sólidos em vias públicas e lotes vagos, a disposição dos resíduos para coleta fora dos dias e



horários estabelecidos, a disposição inadequada dos materiais recicláveis para coleta seletiva e o desconhecimento do cidadão quanto à sua responsabilidade em relação aos resíduos gerados. É importante alterar a visão que uma parcela da sociedade tem do “lixo”, como material repugnante e desprovido de valor, do qual se quer se livrar o mais rápido possível. Nesse sentido, a Educação Ambiental deve incentivar a implementação de ações para alterar o pensamento da sociedade com relação “valor” dos resíduos sólidos gerados e para atingir o que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/10), a saber: *“na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deverá ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”*.

As estratégias de comunicação objetivam a divulgação das ações do PMSB, orientando a sociedade sobre as propostas e iniciativas tomadas na gestão dos resíduos sólidos. Além disso, as ações devem sensibilizar e conscientizar, toda a sociedade, para uma mudança de cultura em relação ao tema e exercer controle social no monitoramento e avaliação do PMSB.

Objetivo 9. Inclusão e integração socioeconômica dos catadores avulsos de materiais recicláveis, em situação de vulnerabilidade.

A implantação do Parque Socioambiental Reciclar demandará a incorporação de novos associados/cooperados à ASCAMARE, os quais devem ser, prioritariamente, aqueles que já atuam como catadores avulsos e encontram-se em situação de vulnerabilidade.

Na Tabela 13 são apresentadas as metas estabelecidas para o SLUMRS, as quais foram elaboradas em função dos objetivos estabelecidos acima e devem ser alcançadas em curto, médio ou longo prazos.



Tabela 13 - Objetivos e metas do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

Objetivos	Metas	Prazo de entrega
1. Atender com coleta convencional e seletiva a 100% do município, de forma ininterrupta.	1.1. Manter a coleta convencional na zona urbana em 100%.	Curto
	1.2. Atender com coleta convencional 100% dos domicílios da zona rural de forma ininterrupta.	Curto
	1.3. Estruturar e ampliar a coleta seletiva para atendimento de 100% da população.	Curto
2. Reduzir o aterramento de resíduos recicláveis e passíveis de compostagem.	2.1. Instituir campanhas periódicas de sensibilização da população para que seja realizada a separação de resíduos sólidos na fonte, pelo menos a separação binária, em secos (materiais recicláveis) e úmidos (orgânicos).	Curto
	2.2. Estruturar sistema de compostagem para reaproveitamento da matéria orgânica gerada nos domicílios e comércios (grandes geradores, por exemplo, supermercados, restaurantes e varejões), atendendo a 100% da área urbana.	Médio
	2.3. Implantar Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) nos bairros para aumentar a taxa de coleta e reaproveitamento de materiais recicláveis para 100%.	Curto
	2.4. Atingir e manter total aproveitamento de materiais recicláveis e compostáveis.	Longo
3. Ampliar e otimizar a cobertura dos serviços de limpeza urbana.	3.1. Executar serviços de varrição, poda, capina e roçada em 100% das áreas públicas urbanas passíveis de realização desses serviços.	Curto
	3.2. Estabelecer sistematização e periodicidade dos serviços de forma a garantir toda a limpeza da área urbana do município.	Curto



Objetivos	Metas	Prazo de entrega
4. Integrar a gestão financeira, operacional, administrativa e de planejamento do SLUMRS, sob a responsabilidade do Poder Público, e articular a atuação dos atores envolvidos.	4.1. Buscar soluções para as formas de geração e destinação de resíduos sólidos, de forma a considerar as esferas política, econômica, ambiental e cultural e dotar seu manejo de controle social, sob a premissa geral do desenvolvimento sustentável.	Médio
	4.2. A Prefeitura Municipal deve ter conhecimento das formas de gerenciamento dos diversos tipos de resíduos gerados no município, mesmo que não sejam de sua responsabilidade direta.	Médio
	4.3. Os subsetores envolvidos na gestão do SLUMRS devem trabalhar em conjunto, de maneira integrada, para que haja alinhamento de objetivos e atividades relacionadas ao setor.	Curto
5. Implementar o sistema de logística reversa	5.1. Estabelecer acordos setoriais com o setor privado visando à adoção dos processos de logística reversa preconizados pela PNRS.	Curto
	5.2. Fomentar e fiscalizar a implementação de pontos de recebimento de resíduos passíveis de logística reversa.	Médio



Objetivos	Metas	Prazo de entrega
6. Otimizar a fiscalização e atender à legislação aplicável ao gerenciamento de resíduos sólidos.	6.1. Revisar e atualizar a legislação municipal frente à PNRS.	Curto
	6.2. Regulamentar o gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.	Curto
	6.3. Regulamentar a entrega anual à Prefeitura Municipal do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) pelas empresas e atividades que tenham a obrigatoriedade de elaboração desse Plano.	Curto
	6.4. Regulamentar a diferenciação entre pequenos, médios e grandes geradores.	Curto
	6.5. Regulamentar a coleta de resíduos especiais (passíveis de logística reversa).	Curto
	6.6. Reduzir à zero o percentual de grandes geradores que utilizam o serviço de coleta convencional de resíduos sólidos e que não pagam pelo serviço.	Curto
	6.7. Garantir a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos (completa eliminação de bota-foras clandestinos).	Curto
	6.8. Manter todas as licenças ambientais das atividades relacionadas ao gerenciamento de resíduos sólidos regularizadas.	Curto
	6.9. Acompanhar a regularidade das licenças ambientais da infraestrutura existente e das unidades a serem instaladas com relação ao Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.	Longo
	6.10. Fiscalizar a condição dos passeios particulares existentes no município, visto que sua manutenção é de responsabilidade do proprietário do imóvel, de forma a reduzir a demanda pelos serviços públicos de limpeza urbana.	Curto
	6.11. Fiscalizar e tomar as providências cabíveis nos casos de descarte irregular e queima de resíduos sólidos, e falta de manutenção de lotes vagos particulares.	Curto



Objetivos	Metas	Prazo de entrega
7. Otimizar a fiscalização, o monitoramento e o controle da qualidade dos serviços prestados.	7.1. Fortalecimento da estrutura interna da SLU, para constituição de um sistema integrado de monitoramento e avaliação.	Curto
	7.2. Constituir grupo multidisciplinar, para conduzir os processos de monitoramento, avaliação e revisão do PMSB e promover a capacitação dos membros do grupo.	Médio
	7.3. Fortalecimento dos mecanismos de transparência das ações relacionadas ao PMSB.	Curto
	7.4. Implementar um Sistema de Informações, que permita a centralização e sistematização de dados primários e o acompanhamento de indicadores relacionados ao SLUMRS, a fim de otimizar os processos de tomada de decisões, tão necessários a uma gestão eficiente.	Médio
8. 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.	8.1. Incentivar a participação popular na gestão de resíduos sólidos e no processo de tomada de decisões.	Médio
	8.2. Realizar ações para conscientizar a população sobre questões relativas a não geração, redução, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos, de acordo com o que está disposto na PNRS.	Curto
	8.3. Implantar canais de comunicação com a população.	Curto
	8.4. Alcançar respostas satisfatórias através dos mecanismos de avaliação da percepção dos usuários.	Curto
	8.5. Desenvolver programas de educação ambiental visando à sensibilização da população referente à destinação correta dos resíduos sólidos, de forma a evitar o descarte irregular, e à manutenção de lotes vagos particulares.	Curto
	8.6. Esclarecer a população com relação aos dias e horários das coletas convencional e seletiva.	Curto
	8.7. Devem ser desenvolvidos procedimentos no sentido de que as informações se transformem em indicadores de qualidade e eficiência, com vistas a subsidiar as ações de planejamento, visando à melhoria da prestação dos serviços de limpeza urbana à população.	Curto



Objetivos	Metas	Prazo de entrega
9. Inclusão e integração socioeconômica dos catadores avulsos de materiais recicláveis, em situação de vulnerabilidade.	9.1. Incentivar a incorporação, à ASCAMARE, de pessoas que atuam como catadores avulsos e encontram-se em situação de vulnerabilidade.	Curto

Fonte: SHS, 2018.



5.5. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais

Para o sistema de drenagem de águas pluviais foram propostos seis objetivos específicos, de acordo com seus aspectos, com as características de Lagoa Santa levantadas na etapa do diagnóstico técnico-participativo e com o cenário normativo:

- Objetivo 1. Manter o município livre de inundações e diminuir a frequência de alagamentos causados por insuficiências e deficiências dos equipamentos de drenagem.**
- Objetivo 2. Desestimular a ocupação de áreas susceptíveis a processos erosivos e promover a desocupação em áreas de risco.**
- Objetivo 3. Planejar o uso e ocupação da bacia de forma adequada 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.**

Na Tabela 14 estão apresentados os objetivos e as respectivas metas, além dos prazos para que cada meta seja atingida.



Tabela 14 - 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) da áreas críticas do sistemas de drenagem urbana do município.	Curto
	1.2 Possuir um plano de limpeza sistemática das calhas, poços de visita (PVs) e bocas de lobo do município.	Curto
	1.3 Reduzir em 50% a quantidade de pontos de alagamentos no município e redução de 50% na quantidade de pontos de inundações.	Curto
	1.4 Reduzir em 100% a quantidade de pontos de alagamentos no município e redução de 100% na quantidade de pontos de inundações.	Médio
	1.5 Reduzir em 70% na 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.	Longo
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.	Curto
	2.3 Garantir a existência do Plano de Contingência e Emergência para áreas de riscos.	Curto
	2.4 Impedir legalmente a ocupação de áreas de risco e garantir a fiscalização.	Médio
	2.5 Executar o plano de desocupação em áreas com risco de movimentação de massa.	Longo
	2.6 Recuperar 40% das áreas sujeitas a acidentes decorrentes de processos erosivos.	Curto
	2.7 Recuperar 100% das áreas de risco depois de desocupadas.	Longo



Objetivo	Metas	Prazo de entrega
3. Planejar o uso e ocupação da bacia de forma adequada 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.	Médio
	3.2 Recuperar 100% das APPs do município.	Longo
	3.3. Evitar ocupações em fundos de vale visando diminuir o assoreamento e risco e privilegiando os fluxos naturais das águas.	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
4. Implementar para o SDU uma gestão eficiente no que concerne aos aspectos administrativos, operacionais, financeiros, de planejamento estratégico e de sustentabilidade.	4.1 Mapeamento e cadastramento (banco de dados) de pelo menos 50% dos sistemas de drenagem urbana.	Médio
	4.2 Mapeamento e cadastramento de 100% dos sistemas de drenagem urbana.	Longo
	4.3 Manter o sistema de informações sobre o SDU atualizado.	Curto
	4.4 Corpo técnico capacitado e em número suficiente para atuar em questões específicas de drenagem urbana.	Curto
	4.5 Uso e Ocupação e macrozoneamento urbano devidamente regulamentados no município.	Curto
	4.6 Criar regulamentações fortalecendo a drenagem urbana e a gestão das águas.	Curto



Objetivo	Metas	Prazo de entrega
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.	Longo
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 .	Curto
	6.3 Promover ações que visem à educação ambiental ligada ao SDU.	Médio
	6.4 Dobrar (em relação a 2017) o número de eventos anuais do município voltados à conscientização acerca do correto manejo dos resíduos sólidos com enfoque na obstrução do livre escoamento e no impacto negativo nas águas.	Curto

Fonte: SHS, 2017.



6. Referências Bibliográficas

- 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.
- 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.
- _____. Instituto brasileiro de administração municipal. Limpeza Urbana, 2010.
- _____. 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 11.079, 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.



- _____. 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 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 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 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 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.
- _____. 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.
- _____. NBR 13896: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.
- _____. Urbanização e meio ambiente 3ª ed. Rio de Janeiro [RJ]: ABES, 2003.
- _____. Orientações técnicas para atendimento à deliberação Normativa 118/ 2008 do Conselho Estadual de Política Ambiental. 3 ed. - Belo Horizonte. 2008.
- 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.
- 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 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.
- 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.
- MACEDO SILVA, M - 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.
- MAIA, Ana Lúcia; MACHADO, Fernanda Márcia; FREITAS, Fernando Antônio M. de; Lucy SILVA, Mary Campos da; SANTOS, Renato Rocha Dias; FERREIRA, Robson Hilário. Plano de gerenciamento integrado de resíduos da construção civil (PGIRCC). Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente/Fundação Israel Pinheiro, 2009.
- 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. Orientações para elaboração de Plano Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PSGIRS para municípios com população inferior a 20 mil habitantes. Brasília, 2013.



- MMA - Ministério do Meio Ambiente. Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação. Brasília, 2012.
- MOTA, Suetônio. Urbanização e meio ambiente. Rio de Janeiro [RJ]: ABES, 1999.
- 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 de 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 005 de 1993 – Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.
- RESOLUÇÃO CONAMA nº 283 de 2001 – Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde.
- RESOLUÇÃO CONAMA nº 313 de 2002 – Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.
- 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 358 de 2005 – Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.
- 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.



- 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. Gestão de Águas Pluviais Urbanas/ Carlos E. M. Tucci – Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco, 2005.
- 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.
- 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.