



Produto D **Prospectiva e** **Planejamento** **Estratégico**

Monte das Gameleiras – RN

Novembro / 2019





PREFEITURA MUNICIPAL DE MONTE DAS GAMELEIRAS/RN

Prefeito

Jailton Félix de Pontes

Vice Prefeito

Gildomar Ferreira da Silva

Comitê de Coordenação

Genilson Julio Rodrigues Felix – Secretaria Municipal de Turismo e Meio Ambiente.

Suênia Karla Melo de Carvalho - Secretaria Municipal de Saúde.

Nayanne Silva Costa – Secretaria Municipal de Educação.

Joaquim Mouzinho de Pontes Neto – Secretaria Municipal de Serviços Urbanos.

José Ailton do Nascimento – Câmara Municipal

Elizabete Anastácio – Sindicato dos Trabalhadores Rurais

Renato Antônio da Silva – Conselho Municipal de Desenvolvimento Sustentável e Solidário

Membro do Núcleo Intersetorial de Cooperação Técnica – NICT da FUNASA.

Comitê Executivo

José Dias – Secretaria Municipal de Agricultura.

Hilário José Moreira – Secretaria Municipal de Assistência Social.

Antônio Edson Moreira – Centro de Referência de Assistência Social (CRAS).

Francisco Nelson Gomes – Representante da Defesa Civil.

Joaldo Batista da Silva - Secretaria Municipal de Serviços Urbanos.

Maria de Lourdes Leonardo Lima – Conselho Municipal de Saúde - CMS

Raimundo Henrique da Silva – Conselho Municipal de Meio Ambiente – CONDEMA

Herondi Cândido da Silva Bento– Representante da Vigilância Sanitária

Rayan Fabrício de Alcântara - Estagiário de Engenharia Civil

Membro do Núcleo Intersetorial de Cooperação Técnica – NICT da Funasa



Equipe de Apoio Técnico – UFRN

Coordenação Geral:

Dr. Aldo Dantas
Geógrafo

Apoio Técnico Geral:

MSc. Elaine Lima
Administradora

Gilbrando Trajano Junior
Engenheiro Ambiental

Lucas Costa
Geógrafo

Dr. Pablo Ruyz Aranha
Geógrafo

Dr. Paulo Cunha
Engenheiro Civil

Thiago Simonetti
Graduando em Geografia

**Equipe de apoio
Projeção Populacional:**

Joselito da Silveira Junior
Geógrafo

Maiara Câmara
Engenharia Civil

**Equipe de apoio técnico
direto da Prospectiva e
Planejamento
Estratégico:**

Carolinne de Negreiros
Martins Leite
Graduanda de Engenharia
Ambiental



Núcleo Intersectorial de Cooperação Técnica – NICT/FUNASA/SUEST/RN:

Membros Titulares:

1. Diógenes Santos de Sena – Matrícula Siape nº 1781456 – Coordenador
2. Ana Tereza Barreto Torres - Matrícula Siape nº 509960 – Coordenadora Substituta
3. Evanete Gomes da Silva - Matrícula Siape nº 509800
4. Angelo José Varela Barca - Matrícula Siape nº 509983
5. Emanuel Gurgel Linhares - Matrícula Siape nº 1662533

Membros Suplentes:

- Divisão de Engenharia de Saúde Pública - Diesp

1. Alexandre Marcos Freire da Costa e Silva - Matrícula Siape nº 1747851 – 1º Suplente

- Serviço de Educação em Saúde Ambiental - Sesam

1. Anadélia Bilro Lima Câmara - Matrícula Siape nº 0515371 – 2º Suplente

- Serviço de Convênios - Secov

1. Silvino Serafim de Medeiros Neto - Matrícula Siape nº 703086 – 1º Suplente

Fundação Nacional de Saúde – FUNASA

Superintendência Estadual da Funasa no Rio Grande do Norte (SUEST – RN)
Avenida Almirante Alexandrino de Alencar, 1402, Tirol – Natal/RN CEP: 59015-350
Telefones: (084) 3220-4745 / 3220-4746 / 3220-4748
<http://www.funasa.gov.br/site/>



APRESENTAÇÃO

Este relatório constitui-se no Produto D – Prospectiva e Planejamento Estratégico, o qual contempla alternativas de gestão e de soluções técnicas de engenharia para o saneamento básico municipal, focados no atendimento das demandas e deficiências identificadas a partir da análise das informações levantadas na fase de diagnóstico, pela equipe técnica e com a participação social, articulando-as às atuais políticas, programas e projetos de saneamento básico e de setores correlacionados (saúde, habitação, meio ambiente, recursos hídricos, educação e outros) municipais, regionais, estaduais e federais, assim como, seu cruzamento com a projeção e prospecção de demandas futuras.

Os estudos apresentados neste documento primaram por quantificar e compreender o detalhamento dos requisitos de demanda e a definição de alternativas técnicas de engenharia que serão indispensáveis para o atingimento da universalização dos serviços de saneamento básico no município no universo de 20 anos de planejamento, em consonância com a sustentabilidade técnica, ambiental, social e financeira, conforme preconiza a Lei 11.445/2007.

A priorização das ações, qualificadas para execução em curto, médio e longo prazo, será dada com a contribuição da participação social, que oportunizará cruzar os anseios dos munícipes e as soluções técnicas estudadas, contabilizando o crescimento econômico, a sustentabilidade ambiental, a prestação dos serviços e a equidade social no município, considerando para isso, as especificidades de cada área municipal para implantação, operação e manutenção dos sistemas propostos.



SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	18
2.	ANÁLISE SWOT	19
2.1	MATRIZ SWOT ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS, CULTURAIS, AMBIENTAIS E DE INFRAESTRUTURA	21
2.2	MATRIZ SWOT POLÍTICA DO SETOR DE SANEAMENTO	23
2.3	MATRIZ SWOT ABASTECIMENTO DE ÁGUA	25
2.4	MATRIZ SWOT ESGOTAMENTO SANITÁRIO	28
2.5	MATRIZ SWOT LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS 32	
2.6	MATRIZ SWOT MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	35
3.	CENÁRIOS, OBJETIVOS E METAS	37
4.	PROJEÇÃO DE DEMANDAS E PROSPECTIVAS TÉCNICAS	53
4.1	ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS DE GESTÃO E PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO / ARRANJOS INSTITUCIONAIS E AVALIAÇÃO POLÍTICO-INSTITUCIONAL DO SETOR DE SANEAMENTO.....	53
4.1.1	Da prestação de serviço	57
4.1.1.1	Prestação Municipal Direta.....	59
4.1.1.2	Prestação Municipal Indireta	59
4.1.1.3	Prestação por Companhias Regionais	60
4.1.1.4	Prestação por Consórcio Público	61
4.1.1.5	Prestação por Agentes Privados.....	62
4.1.1.6	Da escolha do município.....	63
4.1.2	Da regulação e fiscalização	64
4.1.2.1	Das possíveis entidades reguladoras	66
4.1.3	Do controle social	69
4.1.1	Da cooperação regional	71
4.1.2	Da criação da Política Municipal de Saneamento Básico	72
4.2	PROJEÇÃO DO CRESCIMENTO MUNICIPAL NO HORIZONTE DE REFERÊNCIA	74



4.2.1	Projeção Demográfica	74
4.2.1.1	Metodologia	74
4.2.1.2	Estimativa Populacional do Município de Monte das Gameleiras	77
4.2.2	Estimativa da População Flutuante do Município de Monte das Gameleiras	85
4.2.3	Estimativa populacional do sistema regionalizado de abastecimento de água Agreste/Trairi/Potengi (Adutora Monsenhor Expedito).....	85
4.2.4	Estimativa populacional do Consórcio para destinação de Resíduos Sólidos do Agreste	86
4.2.5	Áreas de expansão territorial	87
4.3	INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	88
4.3.1	Ligações de água	89
4.3.2	Rede de distribuição	98
4.3.3	Reservação.....	105
4.3.4	Estação elevatória de água tratada	111
4.3.5	Produção de água tratada	111
4.3.6	Descrição dos mananciais passíveis de utilização para o abastecimento de água na área de planejamento.....	114
4.3.7	Definição das alternativas de manancial para atender a área de planejamento	124
4.3.8	Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada	126
4.3.9	Previsão de eventos de emergência e contingência	130
4.4	INFRAESTRUTURA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	131
4.4.1	Projeção da vazão anual de esgotos ao longo dos próximos 20 anos para toda a área de planejamento	132
4.4.1.1	Projeção das demandas de esgoto da área rural e áreas especiais.....	139
4.4.2	Previsão das estimativas de carga e concentração de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e coliformes termotolerantes.....	145



4.4.3 Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada	162
4.4.4 Comparação das alternativas de tratamento local ou centralizado dos esgotos	173
4.4.5 Previsão dos eventos de emergência e contingência	176
4.5 INFRAESTRUTURA DE ÁGUAS PLUVIAIS	179
4.5.1 Projeção da demanda de drenagem urbana e manejo de águas pluviais ..	180
4.5.1.1 Hietogramas de Chuvas Máximas	180
4.5.1.2 Chuvas de curta duração (microdrenagem)	185
4.5.1.3 Chuvas críticas horárias ao longo de um dia (macrodrenagem)	187
4.5.2 Proposta de medidas mitigadoras para os principais impactos identificados	188
4.5.2.1 Medidas de controle para reduzir o assoreamento de cursos d'água e de bacias de retenção	189
4.5.2.2 Medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos sólidos nos corpos d'água	190
4.5.3 Diretrizes para o controle de escoamentos na fonte	191
4.5.4 Diretrizes para o tratamento de fundos de vale	196
4.5.5 Previsão de eventos de emergência e contingência	204
4.6 INFRAESTRUTURA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS...	205
4.6.1 Estimativas dos volumes de produção de resíduos sólidos e cobertura do sistema de limpeza urbana.....	205
4.6.2 Metodologia para o cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos	210
4.6.3 Regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos	215
4.6.4 Critérios para pontos de apoio ao sistema de limpeza	218
4.6.5 Descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa	220



4.6.6 Critérios de escolha da área para localização do bota-fora dos resíduos inertes gerados	224
4.6.7 Identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos	225
4.6.8 Procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, incluída a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos	226
4.6.8.1 Procedimentos operacionais dos serviços públicos de limpeza urbana	227
4.6.8.1.1 <i>A coleta de resíduos sólidos domiciliares, comerciais e de varrição</i>	227
4.6.8.1.2 <i>A coleta de resíduos de poda</i>	229
4.6.8.1.3 <i>A coleta de resíduos de construção</i>	230
4.6.8.1.4 <i>Varrição de vias públicas, logradouros e feiras-livres</i>	230
4.6.8.1.5 <i>Capinação, roçagem, raspagem de linhas d'água e pintura de meio-fio</i>	231
4.6.8.1.6 <i>Coleta Seletiva</i>	233
4.6.8.2 Procedimentos operacionais para disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos	234
4.6.9 Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada	235
4.6.10 Previsão de eventos de emergência e contingência	238
REFERÊNCIAS	239
APÊNDICE A – RELATÓRIO DA PARTICIPAÇÃO SOCIAL	244



LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 - Fluxograma de desenvolvimento dos procedimentos para projeções populacionais.....	77
Figura 4.2 – Projeção da população total, urbana e rural pelo método AiBi.	78
Figura 4.3 – Evolução da população do Município de Monte das Gameleiras.....	79
Figura 4.4 – Mapa referente as comunidades rurais de Monte das Gameleiras/RN.	82
Figura 4.5 – Distribuição percentual da população do Município de Monte das Gameleiras.	83
Figura 4.6 - Agrupamento dos Municípios que integram a Regional Agreste.	86
Figura 4.7 - Mapa de expansão urbana do município de Monte das Gameleiras.....	88
Figura 4.8 – Componentes de um Sistema de Abastecimento de Água (SAA)	89
Figura 4.9 - Mapas de análise da precipitação anual dos municípios do RN.....	115
Figura 4.10 - Localização e volumes dos principais reservatórios do Estado do Rio Grande do Norte.	117
Figura 4.11 – Localização dos mananciais do Rio Grande do Norte analisados por Brasil et al.	120
Figura 4.12 - Mapa de aquíferos, poços e salinidade do Estado do Rio Grande do Norte.	125
Figura 4.13 – Componentes constituintes de um Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)	132
Figura 4.14 - Faixa de proteção sanitária e Faixa de uso restrito no entorno da área da ETE.....	164
Figura 4.15 – Hietograma de máximos para T=2 anos.	185
Figura 4.16 – Hietograma de máximos para T=10 anos.	185
Figura 4.17 – Hietograma de máximos para T=25 anos.	186
Figura 4.18 – Hietograma de máximos horários para T=2 anos.	187
Figura 4.19 – Hietograma de máximos horários para T=10 anos.	187
Figura 4.20 – Hietograma de máximos horários para T=25 anos.	188
Figura 4.21 – Projeção do volume por tipo de destinação dos resíduos sólidos no horizonte de planejamento.....	208
Figura 4.22 - Fases planejadas para o sistema de coleta.	228



LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Metodologia da construção da matriz de análise SWOT.....	20
Tabela 2.2 - Matriz da análise SWOT referente aos aspectos Socioeconômicos, Culturais, Ambientais e de Infraestrutura do Município de Monte das Gameleiras.	21
Tabela 2.3 - Matriz da análise SWOT referente aos aspectos da Política do setor de saneamento do Município de Monte das Gameleiras.	23
Tabela 2.4 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Abastecimento de Água da Zona Urbana do Município de Monte das Gameleiras.	25
Tabela 2.5 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Abastecimento de Água da Zona Rural e Áreas Especiais do Município de Monte das Gameleiras.....	27
Tabela 2.6 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Esgotamento Sanitário da Zona Urbana do Município de Monte das Gameleiras.	29
Tabela 2.7 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Esgotamento Sanitário da Zona Rural e Áreas Especiais do Município de Monte das Gameleiras.....	31
Tabela 2.8 - Matriz da análise SWOT referente à Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos da Zona Urbana do Município de Monte das Gameleiras.	32
Tabela 2.9 - Matriz da análise SWOT referente à Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos da Zona Rural e Áreas Especiais do Município de Monte das Gameleiras.....	34
Tabela 2.10 - Matriz da análise SWOT referente ao Manejo de Águas Pluviais da Zona Urbana do Município de Monte das Gameleiras.	35
Tabela 2.11 - Matriz da análise SWOT referente ao Manejo de Águas Pluviais da Zona Rural e Áreas Especiais do Município de Monte das Gameleiras.....	36
Tabela 3.1 – Análise prospectiva da Situação Político-Institucional do setor de saneamento básico.	38
Tabela 3.2 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água da Zona Urbana.	41
Tabela 3.3 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água da Zona Rural e Áreas Especiais.....	43
Tabela 3.4 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de esgotamento sanitário da Zona Urbana.....	45
Tabela 3.5 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de esgotamento sanitário da Zona Rural e Áreas Especiais.	46



Tabela 3.6 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos da Zona Urbana.....	48
Tabela 3.7 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos da Zona Rural e Áreas Especiais.....	50
Tabela 3.8 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de manejo das águas pluviais da Zona Urbana.....	51
Tabela 3.9 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de manejo das águas pluviais da Zona Rural e Áreas Especiais.	52
Tabela 4.1 – Estimativa populacional do Município de Monte das Gameleiras.	78
Tabela 4.2 – Informações sobre unidades de planejamento	80
Tabela 4.3 – Estimativa da evolução da população do Município de Monte das Gameleiras.....	84
Tabela 4.5 - Projeção populacional por regionalização (2010-2020-2030).	86
Tabela 4.6 – Taxa de adensamento das comunidades rurais do município de Monte das Gameleiras.	90
Tabela 4.7 – Número de Ligações nas localidades urbanas a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.	92
Tabela 4.8 - Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.	93
Tabela 4.9 - Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.	94
Tabela 4.10 - Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.	95
Tabela 4.11 - Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.	96
Tabela 4.12 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população urbana.....	100
Tabela 4.13 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural.	101
Tabela 4.14 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural.	102
Tabela 4.15 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural.	103



Tabela 4.16 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural.	104
Tabela 4.17 - Consumo médio per capita para populações dotadas de ligações domiciliares	108
Tabela 4.18 - Consumo médio per capita para populações desprovidas de ligações domiciliares.	108
Tabela 4.19 - Demanda de reservação de água em função do crescimento natural da população urbana.	109
Tabela 4.20 - Demanda de reservação de água em função da população de saturação da Zona Rural.	110
Tabela 4.21 - Demanda de água em função do crescimento natural da população urbana e universalização do serviço de abastecimento de água.	113
Tabela 4.22 - Demanda de água em considerando a universalização do serviço de abastecimento de água em função da população de saturação da Zona Rural.	114
Tabela 4.23 - Dados de precipitação do município de Monte das Gameleiras.....	116
Tabela 4.24 - Valores dos índices de qualidade da água e do estado trófico dos principais mananciais do RN.....	119
Tabela 4.25 – Valores de análise da qualidade da água bruta dos principais mananciais utilizados para abastecimento de água no RN.	122
Tabela 4.26 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Urbana.	127
Tabela 4.27 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural e Áreas Especiais, comunidades com sistemas de abastecimento por redes de distribuição da CAERN.....	128
Tabela 4.28 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural e Áreas Especiais, comunidades com sistemas de abastecimento por sistema individual.....	129
Tabela 4.29 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de abastecimento de água.	130
Tabela 4.30 – Projeção da extensão de rede coletora de esgoto e número de ligações estimadas para o horizonte de planejamento na sede do município.	136
Tabela 4.31 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população urbana.	138



Tabela 4.32 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural e áreas especiais.....	140
Tabela 4.33 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural e áreas especiais.....	141
Tabela 4.34 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural e áreas especiais. (continuação).....	142
Tabela 4.35 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural e áreas especiais. (continuação).....	143
Tabela 4.36 - Níveis de tratamento dos esgotos	147
Tabela 4.37 - Breve descrição dos principais sistemas de tratamento de esgotos em nível secundário.....	147
Tabela 4.38 - Eficiências típicas de diversos sistemas de tratamento de esgotos na remoção de DBO e Coliformes.	151
Tabela 4.39 - Parâmetros de eficiência adotados no PMSB de Monte das Gameleiras.	152
Tabela 4.40 – Estimativa da carga orgânica e remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes, sem tratamento e com diferentes tipos de tratamento para área urbana.	154
Tabela 4.41 – Estimativa da concentração e remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes, sem tratamento e com diferentes tipos de tratamento para área urbana.	157
Tabela 4.42 - Faixas de uso do solo no entorno da ETE (Lagoas de estabilização)....	163
Tabela 4.43 – Tipos de usos para a faixa de uso restrito.	164
Tabela 4.44 - Características típicas de diversos sistemas de tratamento de esgotos, expressos em valores per capita.	166
Tabela 4.45 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Urbana, em relação ao sistema de esgotamento sanitário.	168
Tabela 4.46 - Faixas prováveis de remoção dos poluentes, conforme o tipo de tratamento, consideradas em conjunto com o tanque séptico.....	170
Tabela 4.47 - Algumas características dos processos de tratamento recomendados para áreas rurais (exclui tanque séptico).	171



Tabela 4.48 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural e Áreas Especiais, em relação ao sistema de esgotamento sanitário.	172
Tabela 4.49 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de esgotamento sanitário e suas respectivas ações.....	178
Tabela 4.50 - Precipitações máximas diárias anuais do município de Monte das Gameleiras.	181
Tabela 4.51 - Períodos de retorno recomendados para obras de drenagem.....	182
Tabela 4.52 - Cálculo do período de retorno.	182
Tabela 4.53 - Cálculo das precipitações máximas diárias através da distribuição de Gumbel.	184
Tabela 4.54 - Relações entre durações.	184
Tabela 4.55 – Principais características das medidas de controle de escoamento na fonte.	195
Tabela 4.56 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda observada para a Zona Urbana, em relação à Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais.	200
Tabela 4.57 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda observada para a Zona Rural e Áreas Especiais, em relação à Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais.....	202
Tabela 4.58 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de drenagem de águas pluviais.....	204
Tabela 4.59 – Projeção do cenário para a geração e destinação final dos resíduos sólidos para a Zona Urbana do Município de Monte das Gameleiras.	207
Tabela 4.60 – Projeção do cenário para a geração de resíduos sólidos para a Zona Rural e Áreas Especiais do Município Monte das Gameleiras.	209
Tabela 4.61 – Cálculo de Taxa para Resíduos Sólidos Urbanos.	214
Tabela 4.62 – situação da implantação da logística reversa das diversas cadeias.....	221
Tabela 4.63 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para o serviço de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos para a Zona Urbana.	236



Tabela 4.64 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para o serviço de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos para a Zona Rural e Áreas Especiais. 237

Tabela 4.65 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos..... 238



LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

CAERN – Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

EMPARN – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IET – Índice de Estado Trófico

IGARN – Instituto de Gestão da Água do Rio Grande do Norte

IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano

IQA – Índice de Qualidade da Água

LEV – Local de Entrega Voluntária

OD – Oxigênio Dissolvido

PEGIRS – Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

PEV – Ponto de Entrega Voluntária

PLANASA – Plano Nacional de Saneamento Básico

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico do município

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PEV – Pontos de Entrega Voluntária

SAA – Sistema de Abastecimento de Água

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto

SES – Sistema de Esgotamento Sanitário

SNIS – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

1. INTRODUÇÃO

Para alcançar a melhoria das condições sanitárias e ambientais do município e, consequentemente, da qualidade de vida da população, o principal objetivo que deve ser perseguido pelas administrações municipais, titulares dos serviços de saneamento básico, é a universalização do acesso a esses serviços, com quantidade, qualidade e regularidade. O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do município de Monte das Gameleiras é a ferramenta de planejamento estratégico para o alcance desse objetivo.

Para orientar o processo de planejamento integrado dos quatro componentes do saneamento básico, faz-se necessária a análise das informações levantadas na fase de diagnóstico, articulando-as às atuais políticas, programas e projetos de saneamento básico e de setores correlacionados (saúde, habitação, meio ambiente, recursos hídricos, educação e outros) municipais, regionais, estaduais e federais, assim como, seu cruzamento com a projeção e prospecção de demandas futuras. Esses estudos têm o objetivo de possibilitar quantificar e compreender o detalhamento dos requisitos de demanda e a definição de alternativas técnicas de engenharia que serão primordiais para o atingimento da universalização dos serviços de saneamento básico no município no universo de 20 anos de planejamento, em consonância com a sustentabilidade técnica, ambiental, social e financeira, conforme preconiza a Lei 11.445/2007.

Deste modo, objetiva-se ser possível prever alternativas de gestão e de soluções técnicas de engenharia executáveis que atendam às exigências e características de cada eixo do saneamento básico para toda área do município, incluindo as áreas dispersas (áreas rurais indígenas, quilombolas e tradicionais), contemplando as demandas dos setores residencial, comercial, público, industrial e agrícola, identificando-se as soluções que compatibilizem o crescimento econômico, a sustentabilidade ambiental, a prestação dos serviços e a equidade social no município, considerando para isso, as especificidades de cada área municipal para implantação, operação e manutenção dos sistemas propostos.

Para tanto, o presente relatório constitui-se no Produto D – Prospectiva e Planejamento Estratégico, o qual tem por objetivo estabelecer cenários que transformarão incertezas em condições racionais para a tomada de decisão na definição das diretrizes e fixação das metas de cobertura e atendimento dos serviços de saneamento básico.

2. ANÁLISE SWOT

Para auxiliar na definição do cenário atual e auxiliar na identificação de cenários futuros possíveis e desejáveis, a partir das incertezas incidentes, este estudo utilizou a metodologia de Análise SWOT, a qual é composta por matriz que facilita a visualização das quatro características que originou sua sigla em inglês: Forças (*Strengths*), Fraquezas (*Weaknesses*), Oportunidades (*Opportunities*) e Ameaças (*Threats*).

Na elaboração do PMSB, essa metodologia é uma ferramenta utilizada para apoiar a visualização dos pontos fracos e fortes, do cenário em que o sistema de saneamento está inserido, para que com isso, possa dar auxílio na tomada de decisões. Deste modo, será utilizada para realizar análises sistemáticas que facilitem o cruzamento entre os fatores internos (forças e fraquezas) e externos (oportunidades e ameaças).

Nesse contexto, quando a análise se volta para as questões relacionadas aos aspectos Socioeconômicos, Culturais, Ambientais, de Infraestrutura do Município e da Política do setor do saneamento, o ambiente interno foca-se nos aspectos inerentes aos limites territoriais, características, gestão e políticas intrínsecas do município, enquanto o ambiente externo se constitui destes fatores identificados a nível regional, estadual, ou nacional, que afetem positiva ou negativamente o município.

Na análise dos componentes do saneamento básico, o ambiente interno foca-se na gestão, infraestrutura e serviços dos quatro eixos do saneamento básico municipal, enquanto o ambiente externo se constitui de outros fatores que interferem direta ou indiretamente no planejamento do setor, como uso e ocupação do solo, meio ambiente, disponibilidade hídrica dos mananciais, fatores climáticos, economia, habitação, entre outros.

A avaliação busca definir os pontos fortes diagnosticados que podem ser manejados para buscar oportunidades ou para neutralizar ameaças futuras, enquanto ao identificar os pontos fracos os quais fragilizam os sistemas e serviços, é possível estabelecer objeto de ações estratégicas para remediação dos passivos, suprimento dos déficits, estruturação dos sistemas e fortalecimento institucional.

Considerando que o planejamento não é estático, ressalta-se que as características observadas como forças e fraquezas podem sofrer alterações ao longo do horizonte de planejamento, e, portanto, precisarão ser reavaliadas sempre que se proceder a revisão do PMSB.

Desta forma, será construída Matriz SWOT a partir da apreciação do cenário instalado, o qual foi identificado no Diagnóstico Técnico-Participativo, observando-se para os quatro componentes do saneamento básico municipal os elementos-chave estratégicos, conforme apresentado na **Tabela 2.1**.

Tabela 2.1 – Metodologia da construção da matriz de análise SWOT.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	FORÇAS (vantagens internas do município quanto ao saneamento básico)	Relacionados ao ambiente interno	FRAQUEZAS (desvantagens internas do município quanto ao saneamento básico)
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	OPORTUNIDADES (aspectos positivos externos com o potencial de fazer melhorar as condições do saneamento no município)	Relacionados ao ambiente externo	AMEAÇAS (aspectos negativos externos com o potencial de comprometer a qualidade do saneamento básico no município)

Fonte: Equipe de apoio técnico da UFRN, 2018.

A partir dos resultados desta análise, serão estabelecidos cenários, os quais retratam a situação do saneamento básico municipal projetando-se a realidade atual, e dois cenários futuros alternativos, sendo um moderado e outro otimista, a avaliação destes possibilitará a seleção daquele mais compatível para basear o planejamento do setor dentro do horizonte estabelecido (20 anos), elegendo objetivos e metas a serem alcançados em prazos:

- a. Imediatos ou emergenciais** – até 3 anos;
- b. Curto prazo** – entre 4 a 8 anos;
- c. Médio prazo** – entre 9 a 12 anos;
- d. Longo prazo** – entre 13 a 20 anos.

2.1 MATRIZ SWOT ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS, CULTURAIS, AMBIENTAIS E DE INFRAESTRUTURA

Na **Tabela 2.2** está apresentada a matriz da análise SWOT, no que se refere aos aspectos Socioeconômicos, Culturais, Ambientais e de Infraestrutura do Município de Monte das Gameleiras, para análise das forças e fraquezas (ambiente interno) e das oportunidades e ameaças (ambiente externo) identificadas.

Tabela 2.2 - Matriz da análise SWOT referente aos aspectos Socioeconômicos, Culturais, Ambientais e de Infraestrutura do Município de Monte das Gameleiras.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	1. Formação rochosa com relevante interesse geológico e turístico; 2. A topografia favorece o escoamento pluvial por gravidade; 3. A vegetação demanda pouca água para sua manutenção.	Aspectos físicos: - Geologia - Relevo - Solos - Clima - Recursos Hídricos - Vegetação	1. Água salobra devido as características naturais do solo; 2. O relevo favorece o carregamento de materiais e contaminantes para os corpos hídricos; 3. Cursos d'água com regime intermitente.
	1. Oferta de serviços de saúde na atenção básica; 2. Rede pública de ensino nas zonas urbana e rural; 3. Baixa densidade demográfica na zona rural.	Aspectos sociais e demográficos: - Demografia - Saúde - Educacionais - Renda e Ocupação - IDH Municipal - Condições de Habitação	1. Alto índice de analfabetismo; 2. Alto percentual de pessoas pobres e extremamente pobres; 3. Intermediária situação de desigualdade; 4. Alta densidade demográfica na zona urbana; 5. Ausência de Projetos de Educação Sanitária e Ambiental.

	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	1. Proteção das Serras;	Aspectos físicos: - Geologia - Relevo - Solos - Clima - Recursos Hídricos - Vegetação	1. Longo período de estiagem; 2. Queimadas; 3. Desmatamento ocasionando intensificação da erosão. 4. Contaminação dos corpos hídricos advindo de resíduos sólidos e efluentes.
	1. Existência de programas federais de distribuição de renda; 2. Existência de programas federais de incentivo ao plantio (seguro-safra e corte de terra) 3. Existência do programa de melhorias sanitárias desenvolvido pela FUNASA para as habitações.	Aspectos sociais e demográficos: - Demografia - Saúde - Educacionais - Renda e Ocupação - IDH Municipal - Condições de Habitação	1. Oferta de emprego em outros municípios; 2. Redução de recursos federais destinados a saúde, educação e assistência social do município 3. Aumento de doenças de veiculação hídricas.

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

2.2 MATRIZ SWOT POLÍTICA DO SETOR DE SANEAMENTO

Na **Tabela 2.3** está apresentada a matriz da análise SWOT, no que se refere aos aspectos da Política do setor do saneamento do Município de Monte das Gameleiras, para análise das forças, fraquezas (ambiente interno) e das oportunidades e ameaças (ambiente externo) identificadas.

Tabela 2.3 - Matriz da análise SWOT referente aos aspectos da Política do setor de saneamento do Município de Monte das Gameleiras.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	- Existência de Política Municipal de Saneamento Básico; - Existência de Coordenadoria de Defesa Civil; - Existência Código Ambiental Municipal.	- Legislação Municipal - Regulação - Programas locais de interesse do Saneamento Básico - Participação e controle social - Política Tarifária	- A legislação municipal nunca foi aplicada plenamente; - Inexistência de Plano Diretor; - Inexistência de Política de Meio Ambiente; - Inexistência de Plano Contingência da Defesa Civil; - Inexistência de um Sistema de Informação dos Serviços de Saneamento Básico; - Inexistência de funcionamento e comprimento do código ambiental do município; - Inexistência de Lei de parcelamento de solo; - Inexistência do Código de Obras; - Inexistência do Código Sanitário; - Inexistência de Conselho municipal de saneamento básico; - O município não tem representante inserido em nenhum Comitê de Bacia Hidrográfica.



	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	1. Associação a uma Agência reguladora; 2. Inserção no Plano Estadual de Resíduos Sólidos; 3. Existência de uma Política Nacional de Saneamento Básico norteadora das ações municipais para estruturação dos setores; 4. Existência de Políticas de Educação Ambiental.	- Políticas Nacionais - Políticas Estaduais - Regionalização - Mecanismos de Cooperação com outros entes federados	1. Poucas opções de Agências Reguladoras Estaduais; 2. Rejeição da população referente a criação da taxa tarifaria; 3. Resistência da sociedade quanto a obediência a novas legislações. 4. Ausência de formalização da manifestação de interesse no consórcio regional de resíduos sólidos;

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

2.3 MATRIZ SWOT ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Na análise estratégica dos sistemas que compõem a infraestrutura e serviço de saneamento básico municipal, faz-se necessária uma análise separada dos cenários voltados às ocupações urbanas e rurais, tendo em vista as distintas realidades que as integram. A **Tabela 2.4** é constituída pela matriz da análise SWOT, no que se refere aos sistemas de abastecimento de água da zona urbana do Município de Monte das Gameleiras, enquanto a **Tabela 2.5** se volta para os sistemas da Zona Rural e Áreas Especiais, ambas com o enfoque de propiciar a análise das forças e fraquezas (ambiente interno) e das oportunidades e ameaças (ambiente externo) identificadas.

Tabela 2.4 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Abastecimento de Água da Zona Urbana do Município de Monte das Gameleiras.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	- Existência de rede de distribuição em 100% da sede; - Fornecimento de água potável; - Existência de um escritório da CAERN na cidade; - Em média, cerca de 94,5% das economias cadastradas possuem hidrômetros;	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Abastecimento de água - Qualidade da água	- Existência de inadimplência; - Ausência de cadastro da rede de distribuição; - Intermitência frequente no abastecimento; - Elevado índice de perda; - Baixo efetivo de operadores para atender a demanda do município; - Problemas estruturais no reservatório elevado; - Realização apenas de manutenção corretiva; - Ausência de macromedidor; - Realização de amostragem para monitoramento da qualidade da água em desconformidade com o Anexo II da Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde.

	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	1. Abastecimento pelo Sistema Adutor Agreste/Trairi/Potengi (Adutora Monsenhor Expedito); 2. Existência de programa de combate à perdas; 3. Disponibilização de recursos federais e estaduais para investimento no setor; 4. Aumentar a fiscalização ao longo da adutora por parte da CAERN; 5. Efetivar a proteção sanitária do manancial de abastecimento; 6. Estabelecer comunicação com a população em casos de eventuais problemas.	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Abastecimento de água - Qualidade da água	1. Ligações clandestinas ao longo da adutora; 2. Existência de ocupações irregulares no entorno da Lagoa do Bonfim.

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Tabela 2.5 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Abastecimento de Água da Zona Rural e Áreas Especiais do Município de Monte das Gameleiras.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	1. Uma pequena parcela das comunidades possui redes de distribuição, operadas pela CAERN; 2. Existência de micromedidores nas comunidades atendidas; 3. Existência de comunidades atendidas pela operação carro pipa; 4. Existência de comunidades abastecidas pelo carro pipa da Prefeitura. 5. Fornecimento de água potável; 6. Armazenamento da água da chuva em cisternas em quase todas as residências; 7. Existência de monitoramento da qualidade da água trimestral (operação carro pipa Exército)	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Abastecimento de água - Qualidade da água	1. Intermitência no abastecimento fornecido pela CAERN; 2. Ausência de rede de distribuição na maioria das comunidades rurais; 3. Ausência de cadastro da rede de distribuição de todas as comunidades; 4. Dificuldades operacionais para realização de serviços e reparos; 5. Não existe cobrança pelo abastecimento com carro pipa; 6. Dessalinizador com constantes problemas operacionais.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	1. Abastecimento pelo Sistema Adutor Agreste / Trairi / Potengi (Adutora Monsenhor Expedito) em algumas comunidades; 2. Expansão da rede de abastecimento de água para todas as comunidades; 3. Aumento da fiscalização ao longo da adutora; 4. Projetos e estudos voltados para criação de reservatório para regularizar a vazão; 5. Existência de programa de combate à perdas; 6. Existência do Programa Operação Carro Pipa; 7. Existência do Programa 1 Milhão de Cisternas; 8. Disponibilização de recursos federais e estaduais para investimento no setor.	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Abastecimento de água - Qualidade da água	1. Ligações clandestinas ao longo da adutora; 2. Intermitência no abastecimento; 3. Existência de ocupações irregulares no entorno da Lagoa do Bonfim.

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.



2.4 MATRIZ SWOT ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Na análise estratégica dos sistemas que compõem a infraestrutura e serviço de saneamento básico municipal, faz-se necessária uma análise separada dos cenários voltados às ocupações urbanas e rurais, tendo em vista as distintas realidades que as integram. A **Tabela 2.6** é constituída pela matriz da análise SWOT, no que se refere aos sistemas de esgotamento sanitário da zona urbana do Município de Monte das Gameleiras, enquanto a **Tabela 2.7** se volta para os sistemas da Zona Rural e Áreas Especiais, ambas com o enfoque de propiciar a análise das forças e fraquezas (ambiente interno) e das oportunidades e ameaças (ambiente externo) identificadas.

Tabela 2.6 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Esgotamento Sanitário da Zona Urbana do Município de Monte das Gameleiras.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	- Existência de rede coletora de esgoto em grande parte da sede; - Realização de manutenções corretivas no SES; - Realização do serviço de limpeza de fossas; - Tramitação da concessão da operação do SES para a CAERN.	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Esgotamento Sanitário - Qualidade do esgoto bruto e tratado	- Existência de áreas na sede sem rede coletora de esgoto; - Ausência de controle referente ao cadastro da rede coletora e do número de ligações; - Obstruções e vazamentos na rede; - Existência de domicílios que não possuem ligações prediais de esgoto; - Predominância da utilização de fossas rudimentares; - Disposição final inadequada dos dejetos do carro limpa fossa - Inexistência de ETE; - Existência de lançamentos inadequado de águas residuais nas vias públicas e sarjetas; - Demora na prestação do serviço limpa fossa; - Ausência de controle operacional do sistema; - Ausência de manutenção preventiva no sistema; - Efluente coletado e sem tratamento é destinado de maneira inadequada; - Ausência de monitoramento da qualidade do esgoto bruto e tratado - Ausência de cobrança pelo serviço do SES e limpa fossa; - Pontos centrais de despejo de esgoto e potencial proliferador de doenças.



Ambiente Externo	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
	1. Disponibilização de recursos federais e estaduais para investimento no setor; 2. Existência do Programa de Melhorias Sanitárias desenvolvido pela FUNASA para as habitações; 3. Cobrança de taxa para operação e manutenção do sistema;	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Esgotamento Sanitário - Qualidade do esgoto bruto e tratado	1. Mau uso do sistema por parte dos usuários; 2. Rejeição da população referente a criação da taxa tarifária; 3. Possibilidade de contaminação do solo devido ao lançamento inadequado dos efluentes, aumentando assim o risco de doenças; 4. Possibilidade de contaminação dos mananciais superficiais e subterrâneos.

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Tabela 2.7 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Esgotamento Sanitário da Zona Rural e Áreas Especiais do Município de Monte das Gameleiras.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	- Existência de fossas sépticas; - Realização do serviço de limpeza de fossas;	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Esgotamento Sanitário - Qualidade do esgoto bruto e tratado	- Predominância da utilização de fossas rudimentares; - Existência de lançamento de esgotos a céu aberto; - Demora na prestação do serviço limpa fossa; - Disposição final inadequada dos dejetos do carro limpa fossa; - Inexistência de banheiros em algumas residências; - Existência de banheiros em condições precárias; - Reuso águas servidas de forma inadequada; - Ausência de cobrança pelo serviço limpa fossa; - Inexistência de ETE.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	- Disponibilização de recursos federais e estaduais para investimento no setor; - Existência do Programa de Melhorias Sanitárias desenvolvido pela FUNASA para as habitações; - Recursos técnicos e financeiros para o desenvolvimento de projetos voltados ao reuso de águas cinzas;	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Esgotamento Sanitário - Qualidade do esgoto bruto e tratado	- Redução de recursos federais e estaduais para investimento no setor. - Possibilidade de contaminação do solo devido ao lançamento inadequado dos efluentes, aumentando assim o risco de doenças; - Possibilidade de contaminação dos mananciais superficiais e subterrâneos.

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

2.5 MATRIZ SWOT LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Na análise estratégica dos sistemas que compõem a infraestrutura e serviço de saneamento básico municipal, faz-se necessária uma análise separada dos cenários voltados às ocupações urbanas e rurais, tendo em vista as distintas realidades que as integram. A **Tabela 2.8** é constituída pela matriz da análise SWOT, no que se refere à limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos da zona urbana do Município de Monte das Gameleiras, enquanto a **Tabela 2.9** se volta para os sistemas da Zona Rural e Áreas Especiais, ambas com o enfoque de propiciar a análise das forças e fraquezas (ambiente interno) e das oportunidades e ameaças (ambiente externo) identificadas.

Tabela 2.8 - Matriz da análise SWOT referente à Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos da Zona Urbana do Município de Monte das Gameleiras.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	100% de cobertura na coleta dos RSU; - Coleta de RCC, podas, capinação; - Varrição de vias públicas; - Destinação adequada de resíduos RSS; - Isolamento da área do lixão; - Cobertura de resíduos no lixão; - Existência de triagem de resíduos por catadores; - Frequência de coleta de resíduos de 2 a 3 vezes por semana; - Existência do Plano intermunicipal de gerenciamento dos resíduos sólidos	- Caracterização dos Resíduos Sólidos municipal - Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos - Cooperativas e Associações - Mecanismos de Cooperação com outros entes federados	- Ausência de aterro sanitário; - Baixa estrutura operacional. - Ausência de realização de treinamentos; - Inexistência do controle das despesas para realização do serviço; - Ausência de mecanismos de cooperação com outros entes federados; - Ausências de Ecopontos e/ou PEVs; - Ausência de coleta e tratamento de chorume e gases no lixão; - Presença de catador no aterro controlado; - Inexistência de cooperativas; - Ausência de coleta seletiva; - Ausência de utilização de alguns EPI's pelos garis; - Predomínio da queima dos resíduos no lixão; - Ausência de lixeiras nas vias públicas.



Ambiente Externo	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
	1. Priorização na captação de recursos federais pela execução de coleta seletiva; 2. Inserção e funcionamento do consórcio regional para destinação adequada de resíduos; 3. Participação em programas da FUNASA para melhorias no serviço;	- Caracterização dos Resíduos Sólidos municipal - Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos - Cooperativas e Associações - Mecanismos de Cooperação com outros entes federados	1. Diminuição de repasses de recursos federais e estaduais; 2. Ausência de incentivos para criação de cooperativas.

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Tabela 2.9 - Matriz da análise SWOT referente à Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos da Zona Rural e Áreas Especiais do Município de Monte das Gameleiras.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	1. Coleta de resíduos domiciliares em 5% das comunidades; 2. Coleta de RSS.	- Caracterização dos Resíduos Sólidos municipal - Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos - Cooperativas e Associações - Mecanismos de Cooperação com outros entes federados	1. Ausência de coleta de resíduos domiciliares em 95% das comunidades; 2. Não existe cooperativa de catadores; 3. Ausência de coleta seletiva; 4. Destinação inadequada dos resíduos; 5. Realização da queima nos resíduos como solução para destinação final desses materiais; 6. Enterramento dos resíduos como solução para destinação final desses materiais.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	1. Priorização na captação de recursos federais pela execução de coleta seletiva; 2. Inserção em consorcio regional para destinação adequada de resíduos; 3. Possibilidade de ações consorciadas com municípios vizinhos.	- Caracterização dos Resíduos Sólidos municipal - Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos - Cooperativas e Associações - Mecanismos de Cooperação com outros entes federados	1. Diminuição de repasses de recursos federais e estaduais; 2. Ausência de incentivo para criação de cooperativas.

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

2.6 MATRIZ SWOT MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Na análise estratégica dos sistemas que compõem a infraestrutura e serviço de saneamento básico municipal, faz-se necessária uma análise separada dos cenários voltados às ocupações urbanas e rurais, tendo em vista as distintas realidades que as integram. A **Tabela 2.10** é constituída pela matriz da análise SWOT, no que se refere ao sistema de manejo de águas pluviais da zona urbana do Município de Monte das Gameleiras, enquanto a **Tabela 2.11** se volta para os sistemas da Zona Rural e Áreas Especiais, ambas com o enfoque de propiciar a análise das forças e fraquezas (ambiente interno) e das oportunidades e ameaças (ambiente externo) identificadas.

Tabela 2.10 - Matriz da análise SWOT referente ao Manejo de Águas Pluviais da Zona Urbana do Município de Monte das Gameleiras.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	1. Elevado índice de pavimentação das ruas; 2. Existência de sistema de micro e macrodrenagem; 3. Existência de limpeza das sarjetas; 4. Topografia favorável para escoamento das águas.	- Bacias e sub bacias hidrográficas - Precipitações e deflúvio superficial - Estrutura de drenagem e manejo das águas pluviais - Identificação de áreas de risco	1. Prevalência de pavimentos impermeáveis; 2. Existência de áreas sem pavimentação; 3. Ausência de infraestrutura de drenagem em algumas áreas da sede; 4. Ausência de programação dos serviços de manutenção e limpeza das estruturas de drenagem existentes; 5. Lançamento de esgotos diretamente nos elementos da microdrenagem; 6. Poucas áreas arborizadas; 7. Interferência dos esgotos domésticos e resíduos sólidos nos elementos de drenagem.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	1. Verificar a possibilidade de convênios para recuperação de estradas vicinais e construção de passagens molhadas; 2. Captação de recursos para manutenção e instalação de dispositivos de drenagem e pavimentação nos bairros que não possuem.	- Bacias e sub bacias hidrográficas - Precipitações e deflúvio superficial - Estrutura de drenagem e manejo das águas pluviais - Identificação de áreas de risco	1. Diminuição de repasses de recursos federais e estaduais; 2. Contribuição de outras bacias hidrográficas; 3. Ocorrência de eventos chuvosos intensos.

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Tabela 2.11 - Matriz da análise SWOT referente ao Manejo de Águas Pluviais da Zona Rural e Áreas Especiais do Município de Monte das Gameleiras.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	1. Pavimentação de pontos risco em estradas que ligam a zona urbano as comunidades 2. Implantação de sarjetas nos pontos pavimentados; 3. Presença de áreas arborizadas; 4. Existência de passagens molhadas.	- Bacias e sub bacias hidrográficas - Precipitações e deflúvio superficial - Estrutura de drenagem e manejo das águas pluviais - Identificação de áreas de risco	1. Existência de pontos críticos de alagamentos nas estradas de algumas comunidades; 2. Degradação de áreas de preservação permanente; 3. Inexistência de pavimentação.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	1. Verificar a possibilidade de convênios para Pavimentação com Drenagem Superficial de ruas; 2. Verificar a possibilidade de convênios para recuperação de estradas vicinais e construção de passagens molhadas; 3. Captação de recursos para manutenção e instalação de dispositivos de drenagem e pavimentação nos bairros que não possuem.	- Bacias e sub bacias hidrográficas - Precipitações e deflúvio superficial - Estrutura de drenagem e manejo das águas pluviais - Identificação de áreas de risco	1. Diminuição de repasses de recursos federais e estaduais. 2. Ocorrência de eventos chuvosos intensos.

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

3. CENÁRIOS, OBJETIVOS E METAS

A aplicação de análise prospectiva estratégica para embasar o planejamento das ações, projetos e programas em prol do progresso das condições da gestão e prestação de serviços, bem como da infraestrutura de cada componente do saneamento básico, estendendo os benefícios alcançados à melhoria da saúde pública municipal é muito pertinente, tendo em vista que essa metodologia possibilita uma análise de risco quanto às incertezas, com abordagem de táticas e estratégias para alcance de cenários desejados a partir da definição da população implicada, da observância do cenário atual, das premissas estabelecidas, da relação entre causas e efeitos, e como se inter-relacionam os aspectos chave que afetam direta ou indiretamente o setor.

A partir da identificação do cenário atual retratado no Diagnóstico Técnico-Participativo, com importantes contribuições da sociedade do Município de Monte das Gameleiras, e avaliado com o uso da metodologia de Análise SWOT, a qual possibilitou a construção das matrizes que expressam as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças para o setor do saneamento básico municipal, foi possível construir o planejamento de um cenário futuro, para o qual foram postos objetivos e metas para alcance dos princípios estabelecidos pela Lei nº 11.445/2007, sendo priorizadas a identificação e sistematização das principais expectativas manifestadas pela população a respeito dos cenários futuros a serem construídos, além dos critérios técnicos, que compatibilizados permitiram construir uma escala de primazia entre os objetivos.

É necessário ainda ressaltar que apesar das metas estabelecidas para as zonas urbanas e rurais refletirem as considerações supracitadas, as áreas especiais (áreas rurais, indígenas, quilombolas e tradicionais) possuem recursos disponíveis advindos de programas exclusivos para as melhorias sanitárias destas. Sendo, portanto, imprescindível observar na construção e execução de um bom planejamento as especificidades de cada uma dessas áreas.

Da **Tabela 3.1** a **Tabela 3.9**, estão apresentadas as análises prospectivas do saneamento básico do município de Monte das Gameleiras, para o horizonte de planejamento de 20 anos e considerando os prazos de execução já apresentados.



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB
Prospectiva e Planejamento Estratégico



Tabela 3.1 – Análise prospectiva da Situação Político-Institucional do setor de saneamento básico.

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro					
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas			
	Situação político-institucional do setor de saneamento	Atendimento Adequado			Imediato	Curto	Médio	Longo
					2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038
Lei orgânica	Existente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade Local	1. Manter em conformidade	Aperfeiçoar a lei e buscar mais atribuições a tal	100%	100%	100%	100%
Lei de uso e ocupação do solo	Inexistente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	2. Elaborar a Lei	Elaborar a Lei até dezembro/2021	100%	100%	100%	100%
Código de obras e edificações	Inexistente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	3. Elaborar a Lei	Elaborar a Lei até dezembro/2023	-	100%	100%	100%
Código sanitário	Inexistente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	4. Elaborar a Lei	Elaborar a Lei até dezembro/2021	100%	100%	100%	100%
Código de meio ambiente	Existente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	5. Atualizar a Lei Complementar Nº 02, de 15 de Maio de 2014.	Rever lei e botar em prática	100%	100%	100%	100%
Plano de contingência	Inexistente	Conformidade com a Lei Orgânica	6. Elaborar o Plano de contingência	Elaborar o Plano até dezembro/2022.	100%	100%	100%	100%
Plano diretor	Inexistente	Conformidade com a Lei Orgânica	7. Elaborar o Plano Diretor	Elaborar o Plano Diretor até dezembro/2022.	100%	100%	100%	100%
Política Municipal de Saneamento Básico	Existente	Conformidade com as Legislações Federais e	8. Atualizar e reafirmar Lei Municipal nº320/2013	Analisar e atualizar a lei sempre que ocorrer alteração nas Legislações Federais e	100%	100%	100%	100%



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB
Prospectiva e Planejamento Estratégico

39



Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro					
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas			
	Situação político-institucional do setor de saneamento	Atendimento Adequado			Imediato	Curt o	Médi o	Long o
					2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038
		Estaduais e com a realidade local.		Estaduais, assim como quando houver mudança significativa na realidade local.				
Lei de Parcelamento do Solo Urbano	Inexistente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	9. Elaborar a Lei	Discutir sobre a lei em questão e elaborar ela de acordo com as necessidades do município	-	100%	100%	100%
Lei Tributária	Inexistente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	10. Elaborar a Lei	Elaborar a Lei até dezembro/2022.	100%	100%	100%	100%
Plano de Gestão Ambiental	Inexistente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	11. Elaborar Plano de Gestão Ambiental	Elaborar a Lei até dezembro/2022.	100%	100%	100%	100%
Contrato de concessão do serviço de abastecimento de água e esgotamento sanitário	Inexistente	Conformidade com a Política Municipal de Saneamento Básico e com as necessidades do município	12. Elaborar contrato de concessão	Discutir sobre o contrato em questão e botar em prática de acordo com as necessidades do município	100%	100%	100%	100%
Política de educação ambiental e sanitária	Existente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	13. Elaborar política	Elaborar até dezembro/2021	100%	100%	100%	100%
Lei de regulamentação de pequenos e	Inexistente	Conformidade com as Legislações Federais e	14. Elaborar a Lei	Elaborar até dezembro/2020	100%	100%	100%	100%



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB
Prospectiva e Planejamento Estratégico

40



Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro					
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas			
	Situação político-institucional do setor de saneamento	Atendimento Adequado			Imediato	Curto	Médio	Longo
					2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038
grandes geradores de resíduos sólidos		Estaduais e com a realidade local.						
Lei de regulamentação de logística reversa	Inexistente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	15. Elaborar a Lei	Elaborar até dezembro/2021	100%	100%	100%	100%

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Tabela 3.2 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água da Zona Urbana.

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro					
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas			
	Imediato	Curto			Médio	Longo		
	2019 a 2022	2023 a 2026			2027 a 2030	2031 a 2038		
Cobertura do abastecimento de água	100%	100%	16. Universalizar o abastecimento de água	Garantir e manter a cobertura de abastecimento de água e manter a cobertura no período planejado para novas construções	100%	100%	100%	100%
Cadastro das unidades	100%	100%	17. Universalizar o cadastramento de todas as unidades que têm ligação direta de água	Garantir o cadastramento de todas as unidades em curto prazo e manter no período planejado para novas construções	100%	100%	100%	100%
Índice de micromedição	94,5%	100%	18. Garantir a universalização de micromedição	Caracterizar, atingir e manter 100% de micromedição e substituição dos hidrômetros fora do prazo de validade até 2018	100%	100%	100%	100%
Potabilidade da água	Alguns parâmetros em desconformidade com a Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde	Conformidade com os padrões da Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde	19. Manter as condições de potabilidade da água fornecida	Adequar e manter a qualidade da água e amostragem em conformidade com os requisitos da portaria nº 5 do Ministério da Saúde durante todo o horizonte de planejamento	Adequar 100%	Manter	Manter	Manter
Índice de Perdas	33%	Máximo 25%	20. Alcançar e manter o máximo de 25% de perdas	Reduzir o índice de perdas até ficar menor ou igual a 25%	- 2% ao ano	- 1% ao ano	≤ 25%	≤ 25%
Inadimplência	Ausência de registro	0%	21. Eliminar a inadimplência	Reduzir a inadimplência a 0%	100%	100%	100%	100%
Produção de água/Demanda	-	1	22. Garantir que a produção de água atenda a demanda requerida	Adequar a produção de água para manter a demanda instalada para que o índice seja igual a 1	100%	100%	100%	100%



Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro					
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas			
	Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água – Zona Urbana	Atendimento Adequado			Imediato	Curto	Médio	Longo
					2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038
Manutenção da infraestrutura do sistema	Ausência de registro	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	23. Alcançar e manter a qualidade da infraestrutura do sistema	Caracterizar, alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Caracterizar	Adequar	Manter	Manter

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.



Tabela 3.3 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água da Zona Rural e Áreas Especiais.

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro					
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas			
	Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água – Zona Rural e Áreas Especiais	Atendimento Adequado			Imediato	Curto	Médio	Longo
					2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038
Cobertura do abastecimento de água	10%*	100%	24. Universalizar o abastecimento de água	Ampliar a cobertura de abastecimento de água em curto prazo, até dezembro de 2022	30%	50%	70%	100%
Cadastro das unidades	Desatualizado	100%	25. Universalizar o cadastramento de todas as unidades que têm ligação direta de água	Atualizar e em seguida atingir o cadastramento de todas as unidades em curto prazo e manter no período planejado para novas construções	100%	100%	100%	100%
Índice de micromedição	Ausência de registro	100%	26. Garantir a universalização de micromedição	Caracterizar, atingir e manter 100% de micromedição e substituição dos hidrômetros fora do prazo de validade até 2020	100%	100%	100%	100%
Potabilidade da água	Conforme	Atendimento aos requisitos da Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde	27. Garantir a potabilidade da água de abastecimento	Adequar e manter a qualidade da água e amostragem em conformidade com os requisitos da Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde durante todo o horizonte de planejamento	100%	100%	100%	100%
Índice de Perdas	Ausência de registro	Máximo 15%	28. Alcançar e manter o máximo de 15% de perdas	Identificar e reduzir o índice de perdas até ficar menor ou igual a 15%	- 5 % ao ano	≤ 15%	≤ 15%	≤ 15%
Inadimplência	Ausência de registro	0%	29. Eliminar a inadimplência	Caracterizar e reduzir a inadimplência a 0%	100%	100%	100%	100%
Produção de água/Demanda	Ausência de registro	1	30. Garantir que a produção de água atenda a demanda requerida	Adequar a produção de água para manter a demanda instalada para que o índice seja igual a 1	100%	100%	100%	100%



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB
Prospectiva e Planejamento Estratégico

44



Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro					
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas			
	Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água – Zona Rural e Áreas Especiais	Atendimento Adequado			Imediato	Curto	Médio	Longo
					2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038
Manutenção da infraestrutura do sistema	Ausência de registro	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	31. Alcançar e manter a qualidade da infraestrutura do sistema	Caracterizar, alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Caracterizar	Adequar	Manter	Manter
NOTA: *Dado estimado pelo Comitê Executivo do PMSB do município de Monte das Gameleiras para o ano de 2019.								

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Tabela 3.4 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de esgotamento sanitário da Zona Urbana.

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro					
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas			
	Situação do serviço e infraestrutura de esgotamento sanitário – Zona Urbana	Atendimento Adequado			Imediato	Curto	Médio	Longo
					2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038
Cobertura	65% com rede*	100%	32. Atingir e manter a universalização do sistema coletivo de esgotamento sanitário	Ampliar a cobertura do sistema coletivo de esgotamento sanitário e manter após universalização.	70%	80%	100%	100%
Adequação de banheiros	Ausência de registro	100% dos banheiros adequados, conforme padrão estabelecido pela FUNASA	33. Atingir e manter adequação de todos os banheiros das habitações do município	Caracterizar dados, construir e adequar banheiros, nos padrões estabelecidos pela FUNASA, para atingir 100% de adequação para todas as habitações do município	100%	100%	100%	100%
Destinação final adequada	0% (Não há tratamento e destinação adequada)	100% do esgoto coletado destinado com eficiência	34. Atingir e manter eficiência adequada de tratamento em função da destinação final do esgoto	Criar os sistemas de tratamento (ETE) para atingir eficiência adequada à destinação final do esgoto em médio prazo.	30%	60%	90%	100%
Reuso do esgoto tratado	0% (Não há reúso do esgoto)	100% do esgoto tratado utilizado para reúso em conformidade com o licenciamento ambiental	35. Atingir 100% do esgoto tratado utilizado para reúso em conformidade com o licenciamento ambiental.	Após criação de uma ETE, destinar 100% do esgoto tratado em conformidade para reúso.	30%	60%	90%	100%
Manutenção da infraestrutura do sistema	Não existe	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	36. Alcançar e manter a qualidade da infraestrutura do sistema	Após criação de uma ETE, destinar, alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Caracterizar	Adequar	Manter	Manter

NOTA: *Dado estimado pelo Comitê Executivo do PMSB do município de Monte das Gameleiras para o ano de 2019.

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Tabela 3.5 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de esgotamento sanitário da Zona Rural e Áreas Especiais.

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro					
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas			
	Situação do serviço e infraestrutura de esgotamento sanitário – Zona Rural e Áreas Especiais	Atendimento Adequado			Imediato	Curto	Médio	Longo
					2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038
Cobertura	0%	100%	37. Atingir e manter a universalização do sistema individual de esgotamento sanitário e sistema coletivo para as comunidades aglomeradas próximas a sede.	Ampliar a cobertura do sistema individual de esgotamento sanitário e coletivo (para as comunidades aglomeradas próximas a sede) e manter após universalização.	30%	60%	90%	100%
Adequação de banheiros	Não quantificado	100% dos banheiros adequados, conforme padrão estabelecido pela FUNASA	38. Atingir e manter adequação de todos os banheiros das habitações do município	Adequar e construir banheiros, nos padrões estabelecidos pela FUNASA, para atingir 100% de adequação para todas as habitações do município	100%	100%	100%	100%
Destinação final adequada	0% (Não há destinação adequada)	100% do esgoto coletado destinado com eficiência	39. Atingir e manter eficiência adequada de tratamento em função da destinação final do esgoto	Construir e adequar os sistemas de tratamento para atingir eficiência adequada à destinação final do esgoto em médio prazo.	30%	60%	90%	100%
Reuso do esgoto tratado	0% (Não há reuso do esgoto)	100% do esgoto tratado utilizado para reuso em conformidade com o	40. Atingir 100% do esgoto tratado utilizado para reuso em conformidade com o licenciamento ambiental.	Destinar 100% do esgoto tratado em conformidade para reuso.	30%	60%	90%	100%



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB
Prospectiva e Planejamento Estratégico

47



Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro					
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas			
					Imediato	Curto	Médio	Longo
	Situação do serviço e infraestrutura de esgotamento sanitário – Zona Rural e Áreas Especiais	Atendimento Adequado			2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038
		licenciamento ambiental						
Manutenção da infraestrutura do sistema	Não existe	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	41. Alcançar e manter a qualidade da infraestrutura do sistema	Alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Caracterizar	Adequar	Manter	Manter

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Tabela 3.6 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos da Zona Urbana.

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro					
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas			
		Atendimento Adequado			Imediato	Curto	Médio	Longo
	Situação do serviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos – Zona Urbana				2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038
Cobertura da coleta de RSU	100%	100%	42. Manter a universalização do atendimento	Coletar os RSU em toda a área urbana.	100%	100%	100%	100%
				Adequar a oferta de serviço à expansão urbana.	100%	100%	100%	100%
Cobertura da coleta seletiva	0%	100% de atendimento	43. Alcançar e manter a universalização do atendimento	Alcançar universalização da cobertura da coleta seletiva, com implantação por bairros.	20%	40%	60%	100%
Destinação adequada RS	0%	Conforme necessidade local	44. Incentivar a separação e entrega voluntária dos materiais recicláveis 44. Destinar adequadamente os RS	Alcançar e manter 100% de implantação de PEV	100%	100%	100%	100%
	0%			Disposição final do rejeito em aterros sanitários todo RS	100%	100%	100%	100%
	Não quantificado			Destinação adequada do material reciclável e reaproveitamento	50%	60%	70%	100%
	100			Destinação adequada dos RSS	Manter	Manter	Manter	Manter
Cobertura do serviço limpeza pública	0%	100%	45. Alcançar e manter a universalização do serviço de limpeza pública 45. Alcançar e manter a universalização do serviço de limpeza pública	Destinação adequada dos RCC	20%	40%	60%	100%
	98%			Alcançar e manter 100% de varrição de ruas pavimentadas	100%	100%	100%	100%
	98%			Alcançar e manter 100% de coleta de volumosos	100%	100%	100%	100%
	98%			Alcançar e manter 100% de poda e capina	100%	100%	100%	100%
Per capita de produção de RS	0,71 kg/hab.dia	Redução contínua da produção	46. Reduzir a produção de resíduos sólidos	Caracterizar produção e criar programas de conscientização da população para alcançar a redução contínua da geração dos RSU	5%	10%	15%	20%



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB
Prospectiva e Planejamento Estratégico

49



Indicador	Cenário Atual Situação do serviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos – Zona Urbana	Cenário Referência	Cenário Futuro					
		Atendimento Adequado	Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas			
					Imediato	Curto	Médio	Longo
					2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038
Manutenção da infraestrutura do sistema	Não existe	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	47. Alcançar e manter a qualidade da infraestrutura do sistema	A partir da criação de uma estação de tratamento de lixo, alcançar e manter em conformidade a manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Caracterizar	Adequar	Manter	Manter

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Tabela 3.7 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos da Zona Rural e Áreas Especiais.

Indicador	Cenário Atual Situação do serviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos – Zona Rural e Áreas Especiais	Cenário Referência	Cenário Futuro					
		Atendimento Adequado	Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas			
					Imediato	Curto	Médio	Longo
					2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038
Cobertura da coleta de RSU	3,2%*	100%	48. Alcançar e manter a universalização do atendimento	Coletar os RS em toda a área rural e áreas especiais, com metodologia conforme estudo de viabilidade. Adequar a oferta de serviço à expansão da demanda.	40%	60%	80%	100%
Cobertura da coleta seletiva	0%	100%	49. Alcançar e manter a universalização do atendimento	Alcançar universalização da cobertura da coleta seletiva, com implantação por comunidade.	20%	40%	60%	100%
Destinação adequada RS	0%	100%	50. Destinar adequadamente os RS	Disposição final do rejeito em aterros sanitários	100%	100%	100%	100%
	0%			Destinação adequada do material reciclável e reaproveitamento	50%	60%	70%	100%
	100%			Destinação adequada dos RSS	Manter	Manter	Manter	Manter
	0%			Destinação adequada dos RCC	20%	40%	60%	100%
Per capita de produção de RS	0,44 kg/hab.dia**	Redução contínua da produção	51. Reduzir a produção de resíduos sólidos	Caracterizar produção e criar programas de conscientização da população para alcançar a redução contínua da geração dos RSU	5%	10%	15%	20%
Manutenção da infraestrutura do sistema	Não existe	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	52. Alcançar e manter a qualidade da infraestrutura do sistema	A partir da criação de uma estação de tratamento de lixo, alcançar e manter em conformidade a manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Caracterizar	Adequar	Manter	Manter

NOTA: *Dado estimado pelo Comitê Executivo do PMSB do município de Monte das Gameleiras para o ano de 2019.

**Dado comumente adotado nas literaturas.

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Tabela 3.8 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de manejo das águas pluviais da Zona Urbana.

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro					
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas			
	Situação do serviço e infraestrutura de manejo das águas pluviais – Zona Urbana	Atendimento Adequado			Imediato	Curto	Médio	Longo
					2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038
Cobertura de Pavimentação	94%*	100%	53. Atingir 100% da pavimentação e manter conforme a expansão urbana.	Alcançar total pavimentação e manter conforme expansão urbana até curto prazo.	100%	100%	100%	100%
Ocorrência de alagamento nos 5 anos anteriores	Existência de um ponto de alagamento	Ausência de pontos de alagamento em 100%	54. Solucionar os pontos de ocorrência de alagamento	Estruturar o sistema para não ocorrer alagamentos em curto prazo.	100%	100%	100%	100%
Manutenção da infraestrutura do sistema	Não atende	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	55. Alcançar e manter a qualidade da infraestrutura do sistema	Alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Adequar	Atender	Manter	Manter

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Tabela 3.9 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de manejo das águas pluviais da Zona Rural e Áreas Especiais.

Indicador	Cenário Atual Situação do serviço e infraestrutura de manejo das águas pluviais – Zona Rural e Áreas Especiais	Cenário Referência	Cenário Futuro					
		Atendimento Adequado	Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas			
					Imediato	Curto	Médio	Longo
					2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038
Passagem molhada	Existente	100%	56. Eliminar todos os pontos críticos de acumulação de água nos acessos das comunidades rurais.	Atingir 100% dos pontos críticos de acumulação de água com execução de passagem molhada.	100%	100%	100%	100%
Pavimentação de áreas críticas	Pavimentação existente aproximadamente 10% nas estradas vicinais (pontos de risco)	100%	57. Solucionar os pontos críticos (risco potencial) nas estradas de acesso às comunidades	Atingir 100% dos pontos críticos das estradas de acesso às comunidades com estruturação adequada de pavimentação	40%	60%	80%	100%
Manutenção da infraestrutura do sistema	Não atende	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	58. Alcançar e manter a qualidade da infraestrutura do sistema	Alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Caracterizar	Adequar	Manter	Manter

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

4. PROJEÇÃO DE DEMANDAS E PROSPECTIVAS TÉCNICAS

4.1 ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS DE GESTÃO E PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO / ARRANJOS INSTITUCIONAIS E AVALIAÇÃO POLÍTICO-INSTITUCIONAL DO SETOR DE SANEAMENTO

A elaboração do planejamento de uma política de saneamento requer uma análise institucional-jurídico-política que possibilite qualificar e compreender a lógica de diversos processos que se integram com os elementos do saneamento básico.

Neste processo devem ser utilizadas as informações do diagnóstico da situação atual articuladas às atuais políticas e legislações municipais sobre saneamento básico e setores correlacionados para a projeção e prospecção das soluções institucionais geradoras de uma melhoria na qualidade de vida da população municipal.

Os arranjos institucionais devem ser, portanto, questões inafastáveis da discussão entre a gestão municipal e a comunidade diretamente interessada atingida pela mobilização social, no sentido de criar ou desenvolver melhor uma estrutura político-jurídico-administrativa municipal no setor de saneamento, que passe a vigorar como referência para a gestão municipal, munícipes, agentes públicos e privados, bem como ao público em geral.

Contudo, as possibilidades de soluções sobre os arranjos institucionais podem e devem ser elencadas para facilitar o planejamento, gestão e execução das ações de saneamento. Isso, porque a eficiência técnica e administrativa das ações de saneamento a serem executadas depende do arranjo institucional a ser seguido.

O exame das alternativas institucionais é, portanto, imprescindível para o exercício das atividades de planejamento, prestação de serviços, regulação, fiscalização e controle social previstas no art. 8º da Lei Federal nº 11.445/2007.

Nestes termos, o primeiro ponto a ser observado enquanto arranjo institucional se delimita a questão da compatibilização das normativas presentes nas esferas de competência Constitucional, Federal, Estadual, e, principalmente Municipal com a instituição de uma Política Municipal de Saneamento Básico cujo principal instrumento é o Plano Municipal de Saneamento.

O Plano Municipal de Saneamento Básico devido à sua amplitude de planejamento e abrangência das ações apresenta a necessidade de ser consistente, ou seja, de estar em

acordo com as legislações em vigor, e especialmente bem delimitado em razão da legislação que institui a Política Municipal de Saneamento Básico.

Todavia para a instituição desta Política Municipal de Saneamento,   necessária, além da verificação realizada na Etapa de diagnóstico, a compatibilização com as legislações municipais existentes, visto que, no tocante às esferas Constitucional, Federal e Estadual, os mandamentos normativos se demonstram complementares e integrativos, restando a compatibilização ser realizada tão somente perante o arcabouço jurídico-normativo municipal.

Seguindo uma ordem de hierarquia, em razão desta necessidade de análise do arranjo normativo institucional verificou-se o conteúdo das seguintes legislações: (1) Constituição Federal de 1988; (2) Constituição Estadual; (3) Lei Orgânica Municipal; (4) Plano Diretor; (5) Lei de Parcelamento do Solo Urbano; (6) Lei de Uso, Ocupação do Solo e Zoneamento; (7) Código de Meio Ambiente; (8) Código Sanitário; e, (9) Código de Obras.

Analisando o diagnóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Monte das Gameleiras, nota-se a compatibilidade das legislações municipais relacionadas aos serviços de Saneamento.

Contudo, essa compatibilidade se demonstra precipuamente em razão da inexistência do rol normativo municipal elencado para análise. Em outras palavras, o Município de Monte das Gameleiras somente possui sancionadas a Lei Orgânica Municipal e o Código de Meio Ambiente, que tratam sobre a matéria.

Observa-se que na Lei orgânica municipal existem diretrizes gerais de desenvolvimento das ações do saneamento em prol da qualidade de vida do munícipe, seja correspondente a preocupações com o meio ambiente, seja em relação direta a qualidade de moradia, e não limita de maneira alguma a instituição de normas sobre o saneamento, especialmente o início de uma política de saneamento básico municipal.

O mesmo ocorre com o Código de Meio Ambiente que prevê direitos e garantias sobre ações que atingem direta ou tangencialmente a questão do saneamento, mas que não limita a plena institucionalização da Política Municipal de Saneamento Básico, aprovada através da Lei Municipal n  320, de 20 de dezembro de 2013.

No que trata do Plano Diretor do Município de Monte das Gameleiras, existe a previsão legal da instituição do mesmo conforme a Lei Orgânica Municipal, mas o referido plano ainda não foi elaborado.

A inexistência desse instrumento institucional de planejamento não impossibilita a execução de uma Política Municipal de Saneamento Básico Municipal, ou ainda do seu principal instrumento o PMSB, contudo a sua ausência dificulta o desenvolvimento deste uma vez que não existe um planejamento macro-instituído para o município, com as delimitações necessárias a um melhor aproveitamento do Plano de Saneamento.

A segunda razão da importância da compatibilização do Plano de Saneamento com o Plano Diretor se dá na medida em que quando o principal instrumento de planejamento do município, o Plano Diretor, for desenvolvido para atender além da Lei Orgânica Municipal, às necessidades do Município, o mesmo, precisará ser feito em concordância, ou pelo menos em correspondência, ao Plano de Saneamento existente, ressalvadas, por óbvio, as mudanças necessárias a serem instituídas em razão dos estudos observados para ambos, compatibilizando-os.

Uma vez adequados em compatíveis entre si, as normas municipais encontram-se aptas a garantir um arcabouço jurídico-institucional possível da instalação de uma Política de Saneamento Básico.

O segundo requisito a ser observado enquanto arranjo institucional se delimita à questão da institucionalização administrativa do Saneamento Básico na estrutura da Municipal e suas competências. Esta questão se refere principalmente ao endereçamento das demandas, planejamento e soluções sobre o saneamento dentro da estrutura municipal.

A não existência de Leis, políticas e programa específicos sobre o tema demonstrados através de normativas municipais, torna evidente o fato de que o saneamento, apesar de desejado, e previsto diretamente na Lei Orgânica, ou indiretamente em legislações correlatas, não possui estrutura concebida, um papel e uma competência institucional já efetivados.

Dessa maneira torna-se necessário que o Município de Monte das Gameleiras, aprimore sua organização administrativa, para inserir dentro da Secretaria de Serviços Urbanos uma Coordenadoria que passe a possuir competência sobre a gestão direta das ações de saneamento, assumindo efetivamente a posição de titularidade do serviço conforme prevê a Lei Federal nº 11.445/2007.

Esse arranjo administrativo-institucional que prevê a definição de órgãos municipais competentes ou reformulação dos já existentes propiciará a efetividade do planejamento

do setor pelo próprio município, competência inafastável do ente titular conforme versa o art. 19, §1º da Lei Federal nº 11.445/2007.

Isso, porque centralizar-se-iam as demandas sobre o setor de saneamento, e portanto, aconteceria a consolidação das informações sobre o tema, e a forma de solucioná-los tomando por base a Política Municipal de Saneamento do Município e o Plano Municipal de Saneamento, seu principal instrumento.

A existência desse setor facilitará o funcionamento do sistema de informações a ser desenvolvido durante a formulação do plano, a solicitação de recursos perante as linhas de financiamento públicas e privadas, bem como a instituição de uma agenda para realização das atividades que envolvam a participação social.

Dessa forma, a criação de uma unidade administrativa responsável pela implementação da política municipal de saneamento básico ou a inserção dessa atribuição a alguma já existente, será uma importante medida na busca da operacionalidade, permitindo a interação e integração do conjunto de serviços do saneamento básico.

O arranjo institucional aqui previsto encaixa-se na perspectiva mais próxima possível de buscar eficiência do setor, somente possível com o atendimento do princípio e diretriz legal da universalização dos serviços.

Assim, a institucionalização administrativa e jurídica do Município de Monte das Gameleiras representa que o ente municipal está procurando cumprir aquilo que o Legislador o incumbiu de realizar no que se refere ao planejamento, ou seja, que o Município demonstra-se preparado institucionalmente para representar a municipalidade no sentido explícito de estabelecer aquilo que se almeja, além de quando e como deve ser adimplido.

Contudo, para atingir de forma satisfatória as diretrizes sobre eficiência e universalização, torna-se premente que o Município, no que se refere ao setor de saneamento, tenha um dinamismo assentado em entes com funções distintas numa lógica que se resume em:

- a) Indicar quem será o ente Prestador do serviço e que este cumpra, dentro das normas contratuais decorrentes, o estabelecido pelo planejador;
- b) Escolher o ente mais adequado como regulador, garantindo a ele autonomia no acompanhamento, dentro da sua legitimidade fiscalizatória, o cumprimento das metas e regras estabelecidas, agindo nas correções e sanções necessárias; e,

- c) Garantir a existência e funcionamento de um controle social sobre o setor como função de representação da sociedade local, sendo ele formado por indivíduos ligados ou não a instituições públicas, privadas ou do terceiro setor, pertencentes ao município ou de fora dele.

4.1.1 Da prestação de serviço

A prestação de serviços de saneamento no Brasil encontra-se dividida da seguinte maneira: a) Os serviços de abastecimento de água potável e de esgotamento sanitário estão concentrados principalmente em operadores públicos¹; b) Os sistemas de coleta e de tratamento de resíduos sólidos e os serviços de drenagem urbana estão em sua maioria sob a administração direta municipal.

Por evolução histórico-normativa-institucional, esta foi a forma encontrada pelo Estado brasileiro de distribuir as competências sobre a prestação dos serviços públicos de saneamento.

Justifica-se essa evolução a partir da implementação do Plano Nacional de Saneamento - PLANASA - vigente no período de 1971 a 1992 em que este retirava dos municípios a prerrogativa nesta matéria e concentrava as decisões estratégicas na esfera federal e as ações de execução a concessionárias públicas de cada Estado.²

Essa forma autoritária de Programa era facilitada pela inexistência anteriormente à Constituição Federal de 1988 da participação dos Municípios enquanto Entes da Federação e possuidores de competências e autonomia próprias. Sendo de interesse dos Estados-membros da federação essas atividades, recaía prejuízo aos municípios que não aderissem ao mesmo³.

Contudo, a partir da Constituição Federal de 1988 e da promulgação da Lei 11.445/2007, a permanência do *status quo* dos serviços de saneamento municipais passa a ser posta em questão.

A escolha da manutenção dos operadores públicos ou da prestação de serviços diretamente pelo Município, ou a possibilidade de trazer para o universo municipal novos

¹Vargas, Marcelo Coutinho, Lima, Roverbal Francisco de, Concessões privadas de saneamento no Brasil: bom negócio para quem?. p. 71. Disponível em: <
<http://www.scielo.br/pdf/%0D/asoc/v7n2/24688.pdf>> Acesso em 29/05/2017.

²Idem, p. 72.

³ Idem. p. 73.

agentes passa a ser de escolha do próprio Município a ser expressa em sua Política Municipal de Saneamento Básico.

Assim, no Município de Monte das Gameleiras em que o serviço de abastecimento de água é prestado em regime de concessão firmado de maneira precária com a Companhia Estadual, sem existência de licitação, precisa ser revistos, ainda que seja de interesse a manutenção da prestação pela mesma, excetuados da obrigatoriedade de revisão os convênios e outros atos de delegação celebrados até o dia 6 de abril de 2005, conforme versa o § 1º, inciso II, do art. 10 da Lei Federal nº 11.445/2007.

Da mesma maneira que os serviços de esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e as obras de drenagem, prestados diretamente pelo Poder Executivo Municipal, precisam ser analisados em relação às possibilidades existentes e ao cumprimento da Legislação em vigor, buscando a melhor solução institucional para prestação do serviço, de acordo com os interesses do município.

No momento em que a Lei Federal nº 11.445/2007 em seu art. 8º, prevê a delegação por parte do Titular do serviço público de saneamento, combinado com o art. 10º do mesmo Diploma Legal que institui exigência da celebração de contrato para a delegação dos serviços à entidade que não integre a administração do titular, o legislador indica ao titular as possibilidades de escolha dos prestadores de serviço.

Dentro da seara municipal poderão ser escolhidos como prestadores os seguintes:

- a) Administração direta municipal: serviços diretamente prestados por secretarias, departamentos ou repartições da administração direta, em esfera de atuação municipal;
- b) Administração indireta municipal: serviços prestados por autarquias e empresas públicas, ambas com esfera de atuação municipal;

No que toca a prestação ser realizada por instituições ou empresas externas à administração do titular, poderão ser escolhidas:

- a) Companhias regionais: correspondente às Companhias Estaduais de Saneamento Básico, representadas por empresas públicas e por sociedades de economia mista, em ambos os casos com abrangência territorial estadual e sob a administração do respectivo governo estadual;
- b) Consórcios Públicos: que busquem a realização de objetivos de interesse comum na área do Saneamento Básico;

- c) Empresas privadas: serviços administrados por empresas com capital predominante ou integralmente privado.

Cada uma dessas possibilidades de escolha pelo titular possuem características distintas no que se refere à eficiência e eficácia da prestação do serviço, contraposta à eficiência econômico-financeira e administrativa.

Em uma pesquisa focada apenas nos serviços de abastecimento e esgotamento sanitário realizada em 2012 por Pedro Gasparini Barbosa Heller, sob a orientação de Nilo de Oliveira Nascimento, em sede de Tese doutoral, informa que estes serviços além de serem classificados em função da natureza jurídico-administrativa característica de seus prestadores, possuem resultados distintos na realização de seu fim⁴.

4.1.1.1 Prestação Municipal Direta

Quando prestado diretamente, o serviço de saneamento é organizado e operado mediante unidades administrativas, vinculadas às estruturas do Executivo Municipal, no qual os orçamentos públicos não vinculam as receitas tarifárias aos serviços.

A autonomia financeira ou patrimonial, ou mesmo uma contabilidade independente é inexistente, sendo o orçamento municipal o responsável pela manutenção de garantias ao funcionamento das ações, ainda que existente alguma receita operacional⁵.

4.1.1.2 Prestação Municipal Indireta

A prestação de serviço de saneamento de forma direta implica na existência de uma autarquia ou empresa pública municipal, criada através de Lei municipal, conforme estabelece o art. 37, XIX, da Constituição federal de 1988.

Dessa maneira, seja a autarquia, seja a empresa pública, ambas caracterizam-se por possuir "uma administração indireta, ou seja, o poder é transferido pelo poder público para uma entidade de gestão descentralizada"⁶.

⁴ HELLER, P. G. B., 2012. Modelo de prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário: Uma avaliação comparativa do desempenho no conjunto dos municípios brasileiros. Tese (Doutorado). UFMG. 108p. p.32

⁵ BRASIL *apud* HELLER, 2012.

⁶ HELLER, 2012. p16.



Essas entidades, possuiriam autonomia jurídica, administrativa e financeira, competindo-lhe exercer as atividades relacionadas a administração, operação, manutenção e expansão dos serviços de saneamento⁷.

Segundo as orientações da FUNASA "nesse modelo, as atividades-fim (ações técnicas diretamente relacionadas com os sistemas) e as atividades-meio (procedimentos administrativos e jurídicos que dão suporte para as atividades-fim) são integradas em um órgão desmembrado da administração direta"⁸.

A prestação de serviços por entidades integrantes da administração indireta municipal permite que a receita proveniente dos serviços prestados, seja arrecadada em regime financeiro próprio, passível de movimentação pelo próprio ente de maneira independente.

Contudo, por ainda estar inserida dentro da estrutura municipal, essa forma de prestação do serviço está mais sujeito à descontinuidade administrativa pela alternância do poder político local, especialmente no caso da autarquia municipal.

No caso da empresa municipal, formada seja como Companhia Municipal, Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE, Serviço de coleta de Resíduos Municipal, Empresa de Drenagem Municipal, etc., a independência administrativa se demonstra um pouco maior em razão da natureza da entidade, uma vez que ela encontra-se de maneira mais profunda inserida dentro do meio econômico-empresarial.

Por outra ótica, no entanto, a empresa pública, se demonstra desvantajosa economicamente para sua própria manutenção. Isso, quando comparado às autarquias municipais, em razão dos custos diretos dos encargos sociais e tributários dela cobrados, que terminam por serem repassados aos usuários do serviço, algo possível de ser superado com uma boa gestão e administração dos recursos financeiros.

4.1.1.3 Prestação por Companhias Regionais

A prestação de serviços de saneamento, no âmbito do abastecimento de água e esgotamento sanitário, pelas Companhias Regionais, ou seja, pelas Companhias de Águas Estaduais, é historicamente a forma de prestação predominante nos municípios norte-rio-grandenses em razão da anterior competência estadual para realização da prestação do

⁷ FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. Manual de orientação para criação e organização de autarquias municipais de água e esgoto. 3 ed. Brasília: FUNASA, 2003. p.10.

⁸ Idem, p. 10.

serviço, corroborada pela precariedade dos mananciais em boa parte do território do estado.

A companhia estadual, neste caso a CAERN, é evidenciada como um modelo de gestão empresarial, empresa pública estadual, competente para a presta o dos serviços de água e esgotos, sob um âmbito regional, construída através de um perfil administrativo e financeiro centralizador, mas utilizadora de uma opera o descentralizada através de escritórios regionais em municípios-chave.

Visando a sustentabilidade empresarial, este modelo de presta o de serviço de saneamento se utiliza do princípio da autossustenta o tarifária, segundo o qual as tarifas deveriam ser capazes de cobrir os custos de opera o e produzir receita suficiente para o re-investimento na rede, o que de fato não ocorre, seja por defasagem tarifária seja por impossibilidades técnicas ou naturais.

Esse modelo também poderia ser utilizado para outras ações do saneamento, como a coleta de lixo ou mesmo os serviços de drenagem.

Todavia, a ideia de forma o de companhias regionais não necessariamente está restrita ao domínio de competência estadual, podendo as mesmas serem criadas e desenvolvidas através de ações consorciadas intermunicipais para presta o regionalizada tal qual prevê o art. 14 da Lei Federal n  11.445/2007.

4.1.1.4 Presta o por Consórcio Público

A edi o da Lei n  11.107/2005 veio regulamentar e ampliar o leque de alternativas para a presta o de serviços públicos previstos na Constitui o Federal. Além da presta o direta (executada pela administra o centralizada ou descentralizada do titular) e da presta o indireta (delegada por meio de concessão ou permissão), existe agora a possibilidade da gestão associada, no âmbito da coopera o interfederativa.

A presta o de serviços de saneamento básico, no âmbito do abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, apresenta-se como uma possibilidade através de consórcios públicos, através da presta o de serviços intermunicipais para presta o regionalizada tal qual prevê o art. 14 da Lei Federal n  11.445/2007.

No âmbito do Estado do Rio Grande do Norte já existem seis consórcios de presta o de serviços na área do Saneamento Básico.

- Consórcio Intermunicipal de Saneamento de Serra de Santana do Rio Grande do Norte – CONISA: Esse consórcio realiza o gerenciamento dos sistemas de abastecimento de água das comunidades rurais;
- Consórcio Público Regional de Resíduos Sólidos do Seridó e Consórcio Público Intermunicipal para Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – CIRS (Região Agreste): São consórcios voltados especificamente para o manejo de resíduos sólidos;
- Consórcio Público Regional de Saneamento do Alto Oeste Potiguar, Consórcio Público Regional de Saneamento do Vale do Assu e Consórcio Público Regional de Saneamento da Região do Mato Grande: São consórcios voltados para o abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

As principais vantagens da atuação do Consórcio Público são redução de custos operacionais, o ganho de escala e economia na estruturação de corpo técnico profissional, a ampliação do nível de cobertura dos serviços, o planejamento regional e transparência nas decisões públicas.

As desvantagens estão diretamente vinculadas a baixa capacidade técnica dos municípios na organização e manutenção desse novo ente, as mudanças nas gestões municipais e as disputas políticas regionais.

4.1.1.5 Prestação por Agentes Privados

Evidencia-se que na atualidade, a prestação de serviços públicos de saneamento através de contratação de entidades privadas é muito incipiente no Brasil. Contudo, é de se esperar que o envolvimento privado na prestação dos serviços de saneamento tenderá a continuar crescendo frente as novas possibilidades lançadas através da Lei Federal nº 11.445/2007.

A Lei regulamentadora do setor, ao permitir ao titular do serviço a contratação de entidade que não integre a administração através de concessão, precedida de licitação, que preveja minimamente as condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro da prestação dos serviços (art. 11 da referida Lei), passou-se a garantir nova vida a participação privada no setor.

Essa modalidade traz as oportunidades de investimento, possíveis de serem realizados pelos agentes privados, e de aumento da eficiência global do setor em razão da

concorrência natural em regimes mais liberais de regulação⁹, como é o caso do trazido na já citada legislação.

Sob outro ponto de vista, existiriam possibilidades de prejuízo para a municipalidade em razão da escolha desta forma de prestação de serviço, em função da mudança na lógica de prestação do mesmo em prol de atendimento à sociedade, para a subordinação do mesmo à lógica econômica do mercado, no qual a eficiência está diretamente ligada à eficiência financeira e ao lucro.

Essa mudança de foco prejudicaria especialmente as áreas mais deficientes que não possam conceder o *feedback* necessário para os prestadores no que se refere às receitas tarifárias, além de possibilitar o agravamento da falta de integração entre as infraestruturas e os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e resíduos sólidos, especialmente nas áreas pobres e desprovidas destes equipamentos e serviços¹⁰.

De toda maneira, trata-se de modelo possível e de certa maneira vantajoso para escolha pela gestão municipal para prestação de serviços de saneamento, mantendo a questão das vantagens e desvantagens de cada modelo.

4.1.1.6 Da escolha do município

Em razão das análises realizadas anteriormente, e das respostas possíveis de serem extraídas do diagnóstico previamente realizado o Município de Monte das Gameleiras, indica a sua orientação pelos seguintes modelos de prestação: no que tange serviços urbanos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, bem como a toda o serviço de drenagem será destinado a administração direta municipal, já para os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário será disposto por companhias regionais.

Deixa-se evidente, no entanto, que essa indicação encontra-se submetida necessariamente à escolha do Legislador Municipal, a ser realizada após a consulta popular nos moldes da Legislação em vigor.

⁹Vargas, Marcelo Coutinho, Lima, Roverbal Francisco de, Concessões privadas de saneamento no Brasil: bom negócio para quem?. p. 76. Disponível em:<
<http://www.scielo.br/pdf/%0D/asoc/v7n2/24688.pdf>> Acesso em 29/05/2017.

¹⁰ Idem 76

4.1.2 Da regulação e fiscalização

Ao ser instituída, uma das principais invocações, quiçá a principal, trazida pela Lei Federal nº 11.445/2007, é a regulação do setor.

Sabidamente necessária, a possibilidade de escolha de um órgão responsável por regular e fiscalizar a prestação de serviços em um setor de serviços públicos abertos à participação do Mercado com seus princípios e diretivas, especialmente quando utilizado o regime de concessão, torna-se imprescindível para a existência de uma possibilidade de sucesso¹¹.

Isso porque a participação de agentes privados como responsáveis pelo alcance de resultados que atinem especialmente ao profundo e inafastável interesse público, diretriz maior das ações da Administração Pública, estabelecendo fins públicos aos agentes do Mercado¹², jamais poderá prover frutos caso não haja uma bem formada atividade regulatória.

Tal racionalização se perpetua no momento em que as políticas regulatórias, e a do setor de saneamento não são exceção, tem como principal fundamento a indução do desenvolvimento, através dos moldes desejados pelo Titular da Regulação.

Assim, uma vez instituída a regulação do setor pelo Titular, sendo requisito obrigatório a ser observado nas licitações e nos contratos, a regulação da atividade dos prestadores através das normas exaradas pela entidade reguladora delegada, conseguiriam obter resultados mais concretos na medida em que a atividade dos prestadores estaria submetida aos regramentos impostos pelo ente.

Para almejar essas possibilidades de resultados, o legislador federal instituiu como princípios da atividade regulatória os seguintes:

Art. 21. O exercício da função de regulação atenderá aos seguintes princípios:

I - independência decisória, incluindo autonomia administrativa, orçamentária e financeira da entidade reguladora;

II - transparência, tecnicidade, celeridade e objetividade das decisões.

¹¹HOHMANN, Ana Carolina C., Regulação e Saneamento na Lei Federal nº 11.445/07. Revista Jurídica da Procuradoria Geral do Estado do Paraná, Curitiba, n. 3, p. 211-244, 2012. p. 220. Disponível em: <http://www.pge.pr.gov.br/arquivos/File/Revista_PGE_2012/Artigo_8_Regulacao_e_saneamento.pdf> Acesso em 29/05/2017.

¹² SALOMÃO FILHO, Calixto. Regulação da atividade econômica: princípios e fundamentos jurídicos. 2. ed. São Paulo: Malheiros, 2008. p. 26.

Pode-se entender deste mandamento legal que, ainda que o titular deseje assumir a atividade de regulação, esses princípios devem ser seguidos, até mesmo porque nos moldes trazidos pela legislação em tela, a existência de uma regulação que obedeça estes princípios pode ser encarada como o limite para o sucesso do setor de saneamento.

Ademais, diversos objetivos foram explicitamente inseridos na legislação para constituir o universo de metas/competências destes entes reguladores:

Art. 22. São objetivos da regulação:

I - estabelecer padrões e normas para a adequada prestação dos serviços e para a satisfação dos usuários;

II - garantir o cumprimento das condições e metas estabelecidas;

III - prevenir e reprimir o abuso do poder econômico, ressalvada a competência dos órgãos integrantes do sistema nacional de defesa da concorrência;

IV - definir tarifas que assegurem tanto o equilíbrio econômico e financeiro dos contratos como a modicidade tarifária, mediante mecanismos que induzam a eficiência e eficácia dos serviços e que permitam a apropriação social dos ganhos de produtividade.

Assim, insere-se dentro das atribuições-fim desses entes reguladores "atividades típicas inerentes a essa função, tais como regulação econômica, fiscalização, mediação de conflitos, normatização e monitoramento dos contratos de concessão e de programa"¹³.

Dessa maneira, a entidade reguladora atuará nas dimensões técnica, econômica e social ligadas a prestação de serviços de saneamento.

Visualizando estas competências, para operacionalizar tais atividades regulatórias e o acompanhamento dos planos de saneamento, tais entes necessitarão de uma infraestrutura e um quadro de recursos humanos especializados compatíveis com a complexidade da função a ser realizada por ele, que pressupõem certamente a existência de recursos financeiros, com receita e destinação de despesas claramente delimitadas¹⁴

Uma vez analisada a importância da regulação, a obrigatoriedade da indicação de um ente regulador, quais seus princípios formadores e os objetivos e competências deste ente regulador, cabe ao Município de Monte das Gameleiras indicar aquele ente que melhor se enquadra nesses requisitos.

¹³GALVÃO JUNIOR, Alceu de Castro. BASILIO SOBRINHO, Geraldo. SAMPAIO, Camila Cassundé. A Informação no Contexto dos Planos de Saneamento Básico. Fortaleza: Expressão Gráfica Editora, 2010. p.36.

¹⁴ idem. p.36.

4.1.2.1 Das possíveis entidades reguladoras

Inicialmente, cumpre observar que a primeira escolha do Titular do serviço, no caso o Município, trata-se da definição se haverá delegação ou não da competência regulatória do mesmo.

Caso o Titular pretenda manter sob sua égide a regulação dos serviços, alguns arranjos institucionais complementares serão necessários, pois deverá ser criado ou alterado um órgão municipal que possua para o exercício de sua função no setor de saneamento as características principiológicas previstas no art. 21 da Lei Federal nº 11.445/2007, especialmente no que toca a independência decisória e autonomia administrativa.

Melhor explicitando, caso o município deseje manter sob seu poder a competência regulatória, será necessário criar uma estrutura autárquica ou pessoa jurídica de natureza pública que faça as vezes, para nela integrar as competências e diretrizes necessárias sobre a regulação do setor de saneamento.

Cumpre ressaltar, novamente, que essa escolha indica a necessidade do município manter uma estrutura que envolva além da infraestrutura básica, todo um aparato técnico suficiente para realização do *mister* de uma entidade reguladora, além do seu corpo técnico correspondente.

Esta assertiva encontra-se implicada pelos termos do art. 23 da Lei Federal nº 11.445/2007, que estabelecem minimamente os aspectos que deverão ser normatizados e fiscalizados pela entidade reguladora, quais sejam:

Art. 23. A entidade reguladora editará normas relativas às dimensões técnica, econômica e social de prestação dos serviços, que abrangerão, pelo menos, os seguintes aspectos:

I - padrões e indicadores de qualidade da prestação dos serviços;

II - requisitos operacionais e de manutenção dos sistemas;

III - as metas progressivas de expansão e de qualidade dos serviços e os respectivos prazos;

V - regime, estrutura e níveis tarifários, bem como os procedimentos e prazos de sua fixação, reajuste e revisão;

V - medição, faturamento e cobrança de serviços;

VI - monitoramento dos custos;

VII - avaliação da eficiência e eficácia dos serviços prestados;

VIII - plano de contas e mecanismos de informação, auditoria e certificação;

IX - subsídios tarifários e não tarifários;

X - padrões de atendimento ao público e mecanismos de participação e informação;

XI - medidas de contingências e de emergências, inclusive racionamento;



Sendo natural que a entidade que irá normatizar e fiscalizar estes aspectos de regulação possua os recursos necessários para tanto sejam recursos materiais e humanos.

Todavia, caso seja escolhida a delegação do poder regulatório, deve ser observado o previsto no § 1º do mesmo Art. 23 da Lei Federal nº 11.445/2007, que assim afirma:

Art. 23. [...]

§ 1º A regulação de serviços públicos de saneamento básico poderá ser delegada pelos titulares a qualquer entidade reguladora constituída dentro dos limites do respectivo Estado, explicitando, no ato de delegação da regulação, a forma de atuação e a abrangência das atividades a serem desempenhadas pelas partes envolvidas.

Com isso, autarquias, consórcios, fundações¹⁵, etc. desde que constituídas sob as vestes de pessoa jurídica de direito público podem receber a delegação das competências regulatórias do Município desde que possuam por si ou passem a agregar as competências regulatórias descritas nos termos legais, além da forma de atuação e abrangência das atividades de tal entidade.

Por ser levada em conta a limitação da delegação a questão territorial, cumpre observar que dentro da estrutura administrativa indireta do estado algumas possibilidades passam a ser traçadas:

- a) Autarquias Estaduais;
- b) Fundações Públicas estaduais;

Qualquer destas, desde que resguardando independência decisória, autonomia administrativa, orçamentária e financeira, aliada à transparência, tecnicidade, celeridade e objetividade das decisões, pode ser escolhida para exercer a atividade regulatória através de delegação.

A dificuldade se demonstra na eficácia de uma regulação realizada por estes órgãos, no momento em que existe a possibilidade de sobreposição entre eles no que se refere à Prestação e Regulação.

Ou ainda, que alguma das esferas de autonomia, seja administrativa, seja a orçamentária, ou outra, não tenha podido ser implantada a contento em relação ao seu instituidor, neste caso o Estado, minando o fulcro da ação regulatória.

Outra opção a ser analisada pelo Titular é a de delegação das competências regulatória e fiscalizatória a entidade regulatória integrante da administração indireta de outro Município.

¹⁵ MELLO, Celso Antonio Bandeira de. Curso de Direito Administrativo. 26ª Edição. São Paulo: Ed. Malheiros, 2009. p.185.



Nesta opção, uma autarquia já constituída nos moldes de Agência Reguladora por outro Município poderia ser nomeada através de delegação, desde que estando especificada a forma de atuação e a abrangência das atividades a serem desempenhadas, bem como existente convênio de cooperação entre entes da Federação envolvidos, obedecido o disposto no art. 241 da Constituição Federal de 1988.

Esta delegação pode vir a enfrentar as mesmas dificuldades que foram nomeadas para escolha de uma entidade constituída dentro da estrutura administrativa indireta do estado no que se refere à autonomia.

Por fim, a última possibilidade se encontra na criação ou utilização de estrutura já existente de ente regulador constituído através de consórcio intermunicipal.

Deixando a dimensão do consórcio para ser analisada casuisticamente, através das intenções dos municípios interessados, mas que poderia ser efetuada no universo de dois municípios a todos os municípios do estado. A utilização desta opção na escolha do ente regulador atende os critérios principiológicos delimitados.

Isso porque através do consórcio municipal garantir-se-ia a autonomia administrativa, orçamentária e decisória desta entidade, uma vez que a mesma é formada por uma multiplicidade de vontades de Titulares, saindo da esfera de influência de todos estes e se estruturando em um patamar à parte.

Cumprе ressaltar que esta ação consorciada se torna uma opção importante quando existe na prestação do serviço, em qualquer ação do saneamento, abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e tratamento de resíduos sólidos ou mesmo escoamento de águas pluviais, a possibilidade de efetivação através de gestão associada ou prestação regionalizada dos serviços - Art. 24 da Lei Federal nº 11.445/2007.

Esta importância surge em razão da necessidade de uniformidade de regulação prevista no inciso II do Art. 14 da Lei Federal nº 11.445/2007, mas também dos termos do art. 15 da Lei Federal nº 11.445/2007:

Art. 15. Na prestação regionalizada de serviços públicos de saneamento básico, as atividades de regulação e fiscalização poderão ser exercidas:

I - por órgão ou entidade de ente da Federação a que o titular tenha delegado o exercício dessas competências por meio de convênio de cooperação entre entes da Federação, obedecido o disposto no art. 241 da Constituição Federal;

II - por consórcio público de direito público integrado pelos titulares dos serviços.

Por este dispositivo legal, a mesma entidade reguladora e fiscalizadora precisa ser responsável pela área de abrangência que envolva os municípios que possuem prestação regionalizada ou consorciada.

Frente a estas opções que se assentam de maneira geral entre assumir a regulação e fiscalização através de órgão autárquico da sua estrutura administrativa ou de delegar a outra entidade com mesmas características de autonomia dentro dos limites territoriais do Estado do Rio Grande do Norte, o Município de Monte das Gameleiras indica como mais apropriada a regulação por órgão ou entidade de outro ente da Federação.

4.1.3 Do controle social

A Lei Federal nº 11.445/2007 ao definir em seu art. 3º, IV, o controle social como sendo o "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", insere em todos os níveis de ação do saneamento (formulação de política, planejamento, regulação, execução e fiscalização), de forma indispensável, a participação da sociedade.

Essa participação social pode ser de maneira direta nas audiências públicas, nos fóruns ou em conferências municipais, e é imprescindível que tais ações aconteçam, mas é obrigatória através de representação em um órgão de controle constituído.

Este órgão colegiado de controle social segue ao exemplo dos já conhecidos conselhos municipais da cidade, de saúde, do desenvolvimento rural, dentre outros, e possui competências especificados do setor de saneamento, da mesma forma que possui um rol de participantes pré-determinado.

Possuem participação obrigatória neste órgão, conforme preconiza o art. 47 da Lei Federal nº 11.445/2007:

Art. 47. O controle social dos serviços públicos de saneamento básico poderá incluir a participação de órgãos colegiados de caráter consultivo, estaduais, do Distrito Federal e municipais, assegurada a representação:

- I - dos titulares dos serviços;
- II - de órgãos governamentais relacionados ao setor de saneamento básico;
- III - dos prestadores de serviços públicos de saneamento básico;
- IV - dos usuários de serviços de saneamento básico;
- V - de entidades técnicas, organizações da sociedade civil e de defesa do consumidor relacionadas ao setor de saneamento básico.

Frente a este rol, é importante destacar que os representantes municipais, prefeitos e secretários devem possuir a participação assegurada, conforme delimitar o ato de criação do mesmo.

Além destes é necessária a participação de órgãos governamentais municipais e possível a participação de representação do comitê de bacia hidrográfica caso o município esteja inserido em área cujo comitê é existente.

Indispensável também é a participação de representantes dos prestadores de serviço, sendo importante destacar que são representantes de todas as ações de saneamento, não somente abastecimento de água e esgotamento sanitário, mas também os prestadores de serviço de coleta de resíduos e drenagem urbana quando existentes.

Além desses, é importante a participação de usuários, sejam eles identificados individualmente ou através de representantes de associações, bem como da participação de entidades ou organizações da sociedade civil, como sindicatos, órgãos de classe e ONG's.

A participação de representação de órgãos estaduais ou municipais que não se encontram listados neste rol, são de nomeação possível de acordo com a vontade do Titular dos Serviços.

Importa observar que conforme o §1º do referido art. 47 da Lei 11.445/2007, "as funções e competências dos órgãos colegiados a que se refere o caput deste artigo poderão ser exercidas por órgãos colegiados já existentes, com as devidas adaptações das leis que os criaram".

Ademais, deve ser levado em consideração que cabe ao Titular dos serviços o estabelecimento dos mecanismos de controle que serão exercidos por este órgão colegiado, conforme determina o art. 9º da já reiterada Lei Federal, sendo a existência de tais mecanismos condição de validade dos contratos de concessão ou de programa (Art. 11, §2º, inciso V, da Lei Federal nº 11.445/2007).

Dentre os mecanismos de controle encontram-se as competências específicas relativas ao órgão que devem ser voltadas em torno de:

- a) Formulação das políticas de saneamento básico, definir estratégias e prioridades, acompanhar e avaliar sua implementação;
- b) Revisão ou elaboração de Plano Municipal de Saneamento ou outros correlacionados e específicos da área;

- c) Fiscalização sobre os atos, regulamentos, normas ou resoluções emitidos pela entidade reguladora;
- d) Atuação no sentido da viabilização de recursos destinados aos planos, programas e projetos de saneamento básico;
- e) Manifestação perante as propostas de revisões de taxas, tarifas e outros preços públicos formuladas pela entidade reguladora;
- f) Acesso   informação dos prestadores e entidade reguladora.¹⁶

Assim, no que trata do órgão colegiado de Controle Social, o Município de Monte das Gameleiras indica a necessidade premente de criação de um órgão que atenda a Legislação Federal em vigor e deva estar em sintonia com a Política Municipal de Saneamento Básico a ser desenvolvida.

4.1.1 Da cooperação regional

Importa ainda tratar da questão da cooperação regional, que de forma transversal já foi mencionada nos t picos anteriores.

Seja nas atividades de planejamento, quanto nas de prestação de serviço, regulação e fiscalização a cooperação regional tem se demonstrado além de instrumento inovador trazido pela Lei Federal 11.445/2007, uma ação facilitadora na implantação e desenvolvimento do saneamento básico.

Em decorrência de um processo de formação territorial não homog neo, as dificuldades institucionais (políticas, jurídicas e econ micas) tornam-se barreiras na consecui  o dos objetivos estabelecidos nas normas nacionais.

Especialmente a barreira institucional ligada à questão financeira se demonstra capaz de engessar todo o desenvolvimento do setor, mas de maneira específica no que se refere aos custos de operação seja do Titular, dos prestadores de serviço e/ou do ente regulador/fiscalizador.

Nesse sentido, a cooperação regional que permite a reunião das experiências das facilidades institucionais de cada Município e, principalmente, da possibilidade de distribuição dos custos com potencialização das operações podem ser buscados a depender das vontades da sociedade que forma o município.

¹⁶ CAMPOS, Heliana Kátia Tavares (Org.), PEIXOTO, João Batista e MORAES, Luiz Roberto Santos. Política e Plano Municipal de Saneamento Básico. 1  ed. Brasília: ASSEMAE/FUNASA, 2012. p. 57-59.

4.1.2 Da criação da Política Municipal de Saneamento Básico

Atendidas as indicações, ou sendo desenvolvidas outras soluções após realizado o controle social (audiências, conferências, etc.), sobre os arranjos institucionais e políticos, resta ao Município de Monte das Gameleiras, Titular do Serviço Público de Saneamento em seu território, de instituir através de legislação própria, a Política Municipal de Saneamento Básico.

Neste momento, importa observar que a Legislação deve ser apresentada através de Projeto de Lei Municipal na forma estabelecida na Lei Orgânica do Município de Monte das Gameleiras, no qual são competentes para a proposição os vereadores constituintes da Câmara Municipal e o Prefeito Municipal.

Ademais, a proposta deve tramitar da maneira que impõe o processo legislativo municipal, utilizando quando possível, do regime de urgência em função da importância da referida política especialmente no que se refere ao cumprimento dos prazos de instalação dos arranjos institucionais da mesma, como por exemplo do órgão colegiado de controle social e da aprovação do Plano Municipal de Saneamento.

Neste momento, a indicação que é feita, e disso pode depender o sucesso da execução da Política Municipal do Setor de Saneamento, é de que exista a separação normativa entre a Política Municipal a ser instituída por lei, conforme os mandamentos legais e infralegais, a saber: Art. 9º da Lei Federal 11.445/2007, Art. 23 do Decreto nº 7.217/2010 e Art. 2º da Resolução Recomendada nº 75, de 02 de julho de 2009 do Ministério das Cidades, e a publicação do seu principal instrumento o Plano Municipal de Saneamento Básico através de decreto do Poder Executivo.

Essa indicação de procedimento é feita e deve constar nos termos da política por duas razões: (1) O Plano de Saneamento é instrumento de planejamento técnico municipal, devendo ser independente de interesses políticos diretos e indiretos, algo que já se encontra plenamente atendido através da instituição pelos Legisladores municipais das diretrizes da política de saneamento; (2) A dificuldade de atualização a cada quatro anos do Plano Municipal de Saneamento Básico, conforme exigido por Lei, através de novo processo legislativo, que poderia ser corrigido através de publicação de decreto do Poder Executivo Municipal.

Tal indicação se torna possível e desejável uma vez que exista na lei instituidora da Política Municipal do Setor de Saneamento a delegação ao Prefeito da regulamentação



desta através de decreto que publique a cada quatro anos após o procedimento de revisão o Plano Municipal de Saneamento Básico.

4.2 PROJEÇÃO DO CRESCIMENTO MUNICIPAL NO HORIZONTE DE REFERÊNCIA

4.2.1 Projeção Demográfica

Para o planejamento em prol de atingir a universalização do saneamento básico do Município de Monte das Gameleiras ao longo de 20 anos, é necessário avaliar as demandas atuais e futuras, fazendo-se indispensável para isso visualizar a projeção de crescimento populacional urbano e rural do município, incluindo das áreas especiais.

4.2.1.1 Metodologia

Para que o Plano Municipal de Saneamento Básico possa atingir a universalização dos serviços de saneamento básico conforme a Lei 11.445/2007 no município de Monte das Gameleiras, é necessário atender às demandas atuais e acompanhar o crescimento nos próximos 20 anos, por isso, é preciso realizar a projeção da população do município. Existem inúmeras metodologias que podem ser utilizadas, porém é preciso avaliar criteriosamente a sua aplicabilidade e suas limitações. Alguns dos métodos usualmente utilizados para projeção da população, como os métodos geométrico e aritmético, por exemplo, apresentam algumas limitações. Dentre elas pode-se citar que estas metodologias se restringem a pequenos intervalos de tempo, tornando-as inconsistentes caso aplicadas em um horizonte de 20 anos.

Adotou-se como ano inicial de projeção o ano de 2018. Desta forma, a partir do ano de referência e da utilização dos dois últimos censos realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, projetou-se ano a ano a população até o ano de 2038, a fim de garantir o horizonte de planejamento de 20 anos.

Sendo o município uma unidade territorial considerada pequena, porém que necessita ter sua projeção modelada conjuntamente com os outros municípios do Estado a fim de que a projeção do crescimento do Estado seja o somatório das projeções feitas para as unidades menores e atendendo o horizonte de estudo de um intervalo de tempo grande, o método considerado mais adequado para tal situação foi o Método de Tendência de Crescimento – AiBi.

O Método de Tendência de Crescimento AiBi consiste em subdividir uma área maior, já projetada, em n áreas menores, de tal maneira que no final o somatório das estimativas calculadas das n áreas menores seja igual à estimativa previamente conhecida da área maior (MADEIRA E SIMÕES, 1972). O método parte do pressuposto que existe

uma relação de linearidade entre o crescimento populacional da área maior e o crescimento populacional da área menor.

Este é um método de extrapolação de uma função matemática cujo cálculo é feito considerando $P(t)$ a população estimada de uma área maior em um instante t , n o número de subdivisões de $P(t)$, e $P_i(t)$ a população estimada de uma determinada área i menor em um instante t , onde esta área menor i está inserida na área maior, ou seja, a área menor i é uma das n áreas menores. Desta forma, tem-se que:

$$P(t) = \sum_{i=1}^n P_i(t) \quad (1)$$

Assumindo relação linear entre a população projetada da área maior e a população projetada da área menor, é possível reescrever a população da área menor i em função de dois termos, a_i e b_i , onde a_i depende do crescimento da população da área maior.

Assim:

$$P_i(t) = a_i P(t) + b_i \quad (2)$$

Tal que, a_i é o coeficiente de proporcionalidade do incremento da população da área menor i em relação ao incremento da população da área maior; e b_i é o coeficiente linear de correção. Contudo, deve-se conhecer o tamanho das áreas maior e menor em dois momentos do tempo, t_0 e t_1 . Sejam t_0 e t_1 , os anos dos dois últimos censos, 2000 e 2010, substituindo-os na equação acima, temos:

$$P_i(t_0) = a_i P(t_0) + b_i \quad (3)$$

$$P_i(t_1) = a_i P(t_1) + b_i \quad (4)$$

Resolvendo o sistema linear, é possível determinar as seguintes equações para os coeficientes a_i e b_i :

$$a_i = \frac{P_i(t_1) - P_i(t_0)}{P(t_1) - P(t_0)} \quad (5)$$

$$b_i = P_i(t_0) - a_i P(t_0) \quad (6)$$

Por partir do pressuposto linear entre o crescimento da população da área maior e o crescimento da população da área menor, o método AiBi não é capaz de gerar estimadores consistentes quando a área maior e a área menor apresentam direções de crescimento populacional opostas. No caso do município de Monte das Gameleiras, não houve situações de crescimentos opostos na microrregião, assim como não houve situação de crescimento ou decréscimo exagerado, tornando o método AiBi por si só adequado.

A partir da aplicação do modelo descrito anteriormente, tomou-se vários instantes t e vários níveis de áreas, sempre seguindo a ordem de projeção da maior para a menor área. Dispondo das informações de projeções populacionais realizadas e disponibilizadas pelo IBGE dos anos de 2011 a 2030 para o Estado do Rio Grande do Norte foi possível usar o Estado como área maior para projetar as microrregiões, que por sua vez foi usada como área menor. Posteriormente, a microrregião projetada tomou o lugar da área maior e o município a área menor. Para os anos de 2031 a 2038, dispondo das projeções populacionais para o Brasil realizadas e disponibilizadas pelo IBGE, foi possível realizar as projeções do Estado usando o Brasil como grande área e o RN como área menor. Finalizadas as projeções para o Estado nos anos de 2031 a 2038 o processo até a projeção do município foi refeito. Desta forma foi possível obter a projeção de todos os municípios do Estado do Rio Grande do Norte, para os próximos 20 anos a contar do ano de 2018.

Partindo do pressuposto que já se conhece as projeções para cada município, o método utilizado para projetar as populações urbanas e rurais utilizou como base as projeções do número total de pessoas considerando que o ritmo de urbanização em cada município pode ser medido pela diferença entre o crescimento da população urbana e rural (DCUR) nos dois últimos censos (FÍGOLI et al., 2010).

O cálculo da projeção da população urbana e rural utiliza como base os valores das seguintes taxas:

$$u = \ln\left(\frac{U^{t+1}}{U^t}\right) \quad (7)$$

$$r = \ln\left(\frac{R^{t+1}}{R^t}\right) \quad (8)$$

Tal que, u é a taxa de crescimento da população urbana, r a taxa de crescimento da população rural, U é a população urbana e R a população rural para o instante t e o

instante $t+1$, sendo estes os anos dos dois últimos censos. O cálculo da projeção da população urbana é realizado pela seguinte equação:

$$U^{t+1} = \left(\frac{T^{t+1} + dR^t}{T^t} \right) U^t \quad (9)$$

Nas quais T^{t+1} é a população total já conhecida do ano que se deseja projetar e d é a diferença entre as taxas de crescimento urbano e rural. A população rural pode ser obtida pela diferença entre a população total e a população urbana projetada. O cálculo foi refeito para cada ano a fim de cobrir o horizonte de 20 anos da projeção. O fluxograma que resume as etapas de cálculo das projeções populacionais está representado na **Figura 4.1**.

Figura 4.1 - Fluxograma de desenvolvimento dos procedimentos para projeções populacionais.

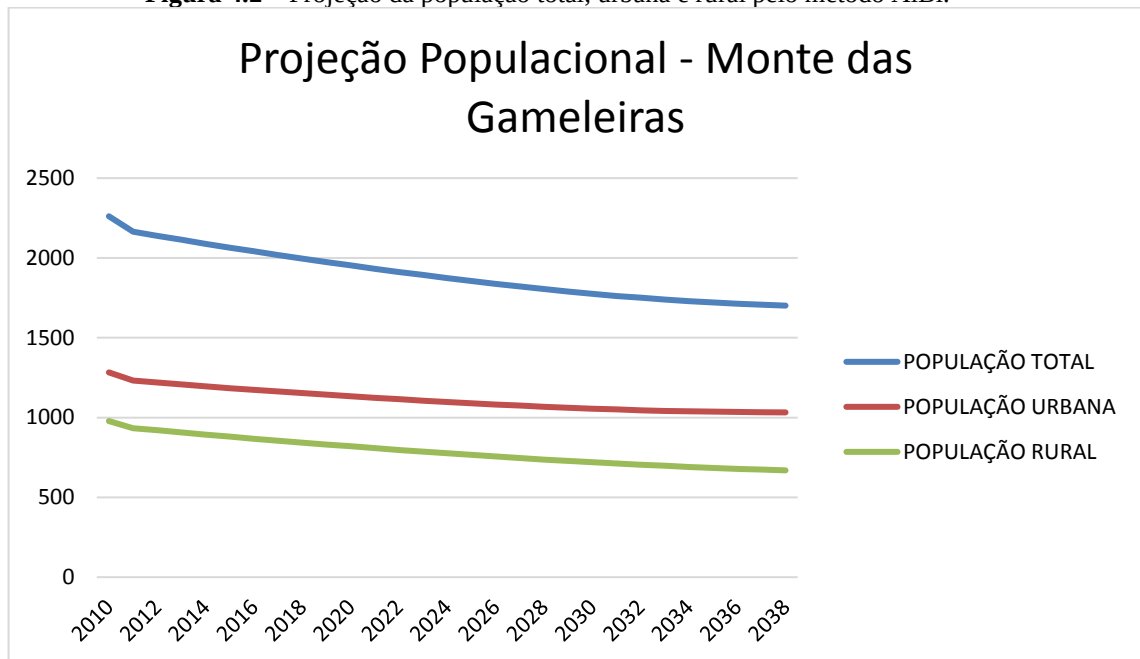


Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2018.

4.2.1.2 Estimativa Populacional do Município de Monte das Gameleiras

Os valores das populações projetadas pelo método AiBi para os anos de 2011 a 2038 estão apresentados na **Figura 4.2** e na **Tabela 4.1**.

Figura 4.2 – Projeção da população total, urbana e rural pelo método AiBi.



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2019.

Tabela 4.1 – Estimativa populacional do Município de Monte das Gameleiras.

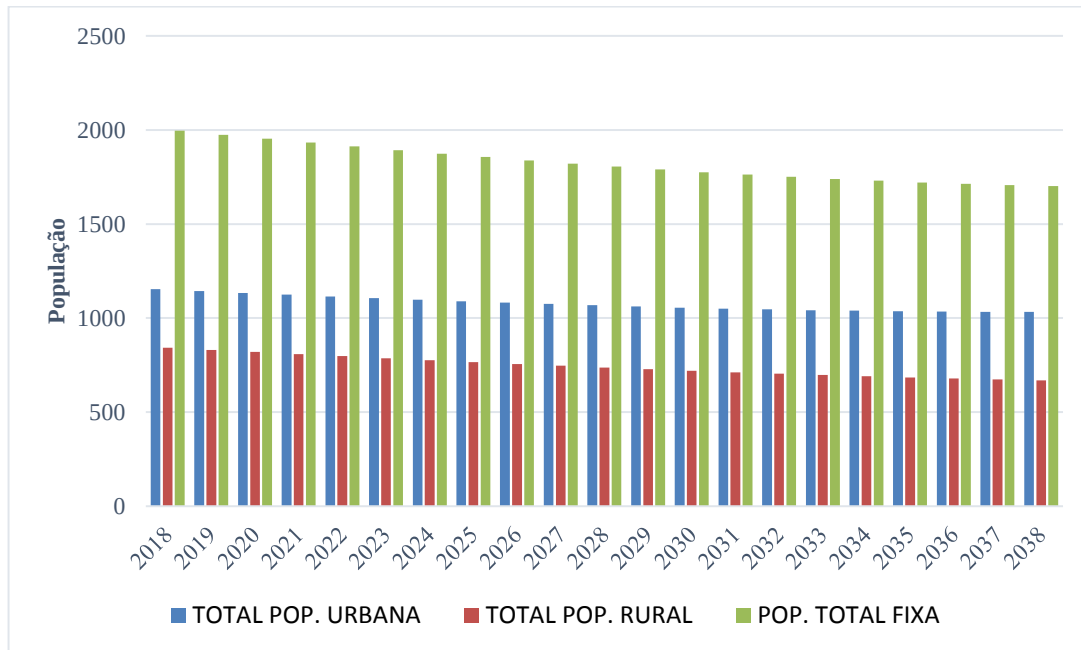
ANO	TOTAL		POP. TOTAL FIXA	ANO	TOTAL		POP. TOTAL FIXA
	POP. URBANA	POP. RURAL			POP. URBANA	POP. RURAL	
2018	1153	843	1996	2029	1061	728	1789
2019	1143	831	1974	2030	1055	719	1775
2020	1133	820	1953	2031	1050	712	1762
2021	1124	808	1932	2032	1046	704	1750
2022	1115	797	1912	2033	1042	697	1740
2023	1106	787	1893	2034	1039	691	1730
2024	1098	776	1874	2035	1036	685	1721
2025	1090	766	1856	2036	1034	679	1713
2026	1082	756	1838	2037	1033	674	1707
2027	1075	746	1821	2038	1032	669	1701
2028	1068	737	1805				

Fonte: Equipe de apoio técnico da UFRN, 2019.

É possível observar uma tendência de diminuição da urbana e rural durante todo o horizonte de planejamento. Sendo mais significativa na área rural e zonas especiais, as quais representam aproximadamente 42% na estimativa de início de plano, chegando a representar 39% no fim da projeção de planejamento. No que se refere a população urbana, apesar da tendência de decréscimo de sua população, representa aproximadamente 57% na estimativa de início de plano, e 60% ao final do planejamento.

Na **Figura 4.3** é possível observar com detalhe a evolução da projeção populacional, conforme discutido acima.

Figura 4.3 – Evolução da população do Município de Monte das Gameleiras



Fonte: Equipe de apoio técnico da UFRN, 2019.

O levantamento de campo realizado pela equipe de trabalho possibilitou a percepção da distribuição populacional para cada unidade de planejamento, classificando-as inclusive de acordo com cada tipo de ocupação (aglomerada e dispersa). Desta forma, a **Tabela 4.2** sistematiza essas informações que serão imprescindíveis para que o planejamento do saneamento básico do município Monte das Gameleiras aconteça de forma coerente para todo o território.

Com relação às comunidades rurais Pitu Assú e Baraúna, identificou-se que a população só é residente em determinado período do ano, geralmente na época do inverno ou períodos de colheita. Dessa forma, precisou-se considerar uma estimativa de 4 pessoas por residência, uma vez que mesmo não existindo uma população fixa durante o ano nessas comunidades, as mesmas demandam dos serviços de saneamento no período em que se encontram nelas.



Tabela 4.2 – Informações sobre unidades de planejamento

Nome da unidade de planejamento	Tipo de unidade de planejamento	Distância em relação à sede municipal	Coordenadas geográficas	Distribuição espacial das residências		Nº de residências			População		
				Aglomerada < 50 m	Dispersa > 50 m	Urbana	Rural	Data da contagem	Urbana	Rural	Data da contagem
Magalhães	Comunidade	8.0 km	-6.474717; -35.790216	x			92	ago/19		188	ago/19
Macambira	Comunidade	7.0 km	-6.48198; -35.782911	x			67	ago/19		149	ago/19
Cercado Grande	Comunidade	2.0 km	-6.448975; -35.79891		x		50	ago/19		73	ago/19
Pitu Assu	Fazenda	3.0 km	-6.422575; -35.79708		x		15	ago/19		60	ago/19
Mata Fome	Fazenda	7.0 km	-6.411383; -35.778298		x		22	ago/19		35	ago/19
Jacu de Órfã	Comunidade	9.0 km	-6.4009; -35.838808		x		66	ago/19		140	ago/19
Guaí	Comunidade	2.0 km	-6.440281; -35.793387	x			31	ago/19		24	ago/19
Cacimbas	Comunidade	3.0 km	-6.429977; -35.766873		x		24	ago/19		56	ago/19
Serra do Bico	Comunidade	9.0 km	-6.481227; -35.78913		x		37	ago/19		113	ago/19
Tapuia	Sítio	9.0 km	-6.4733213; -35.7929927		x		9	ago/19		8	ago/19
Olho D'água	Sítio	2.0 km	-6.4487911; -35.7939432		x		22	ago/19		23	ago/19
Chupador	Comunidade	7.0 km	-6.468149; -35.785465		x		16	ago/19		73	ago/19
Jucá	Comunidade	7,0 km	-6.416358; -35.760797	x			10	ago/19		40	ago/19
Baraúna	Comunidade	1,5 km	-6.4296357; -35.7843888	x			8	ago/19		32	ago/19
Remigio	Comunidade	1,3 km	-6.4429049; -35.7751382	x			11	ago/19		7	ago/19

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

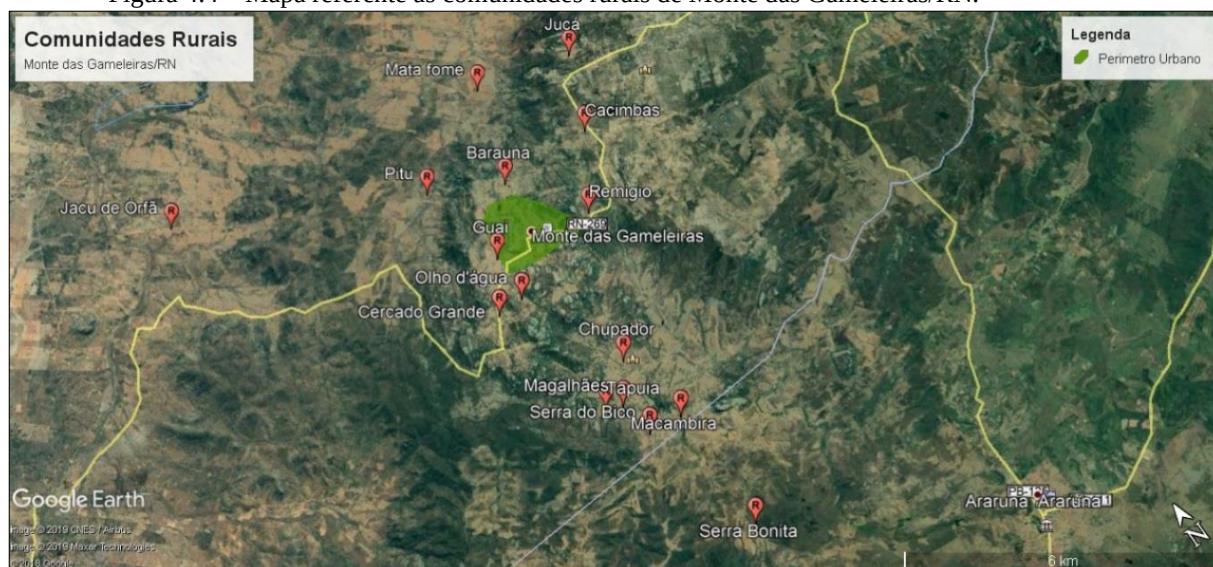
A Lei 333/2014 do município de Monte das Gameleiras estabelece a área urbana municipal, e encontra-se válida até a data atual, definindo o perímetro urbano do município correspondente a oito marcos georreferenciados previstas no artigo 2º da referida Lei, sendo estes os seguintes: **M01:** N = 9.286.935,82m e E=192.802,21m; **M02:** N= 9.286.705,34m e E=192.493,36m; **M03:** N= 9.286.822,45m e E=192.273,92m; **M04:** N=9.286.929,08m e E=191.061,32m; **M05:** N=9.288.034,77m e E=191.147,88m; **M06:** N=9.288.284,77m e E=191.525,35m, **M07:** N=9.288.198,87m e E=191.877,51m, e **M08:** N =9.288.125,41m e E =192.009,67m;

Utilizou-se para as comunidades rurais, a distribuição espacial das residências para subdividir a categoria rural em aglomeradas e dispersas, enquadrando-se na primeira categoria aquelas comunidades com predominância de ocupação com distanciamento de até 50 metros, enquanto a segunda se refere as comunidades com ocupação com distância maior que 50 metros.

No diagnóstico técnico participativo do município de Monte das Gameleiras, considerou-se a comunidade Serra Bonita como pertencente ao referido município, uma vez que a comunidade é contemplada com a distribuição de água da operação carro pipa do Exército, a qual considera em seus relatórios mensais como inserida no município de Monte das Gameleiras. Entretanto, através das coordenadas geográficas da comunidade Serra Bonita, verificou-se que ela situa-se fora dos limites territoriais do Rio Grande do Norte, pertencendo ao Estado da Paraíba, como demonstrado na **Figura 4.4**.

Portanto, uma vez sabendo que o planejamento do PMSB deve cobrir apenas os limites territoriais pertencentes ao município de sua responsabilidade, a comunidade de Serra Bonita não foi considerada na elaboração desse produto.

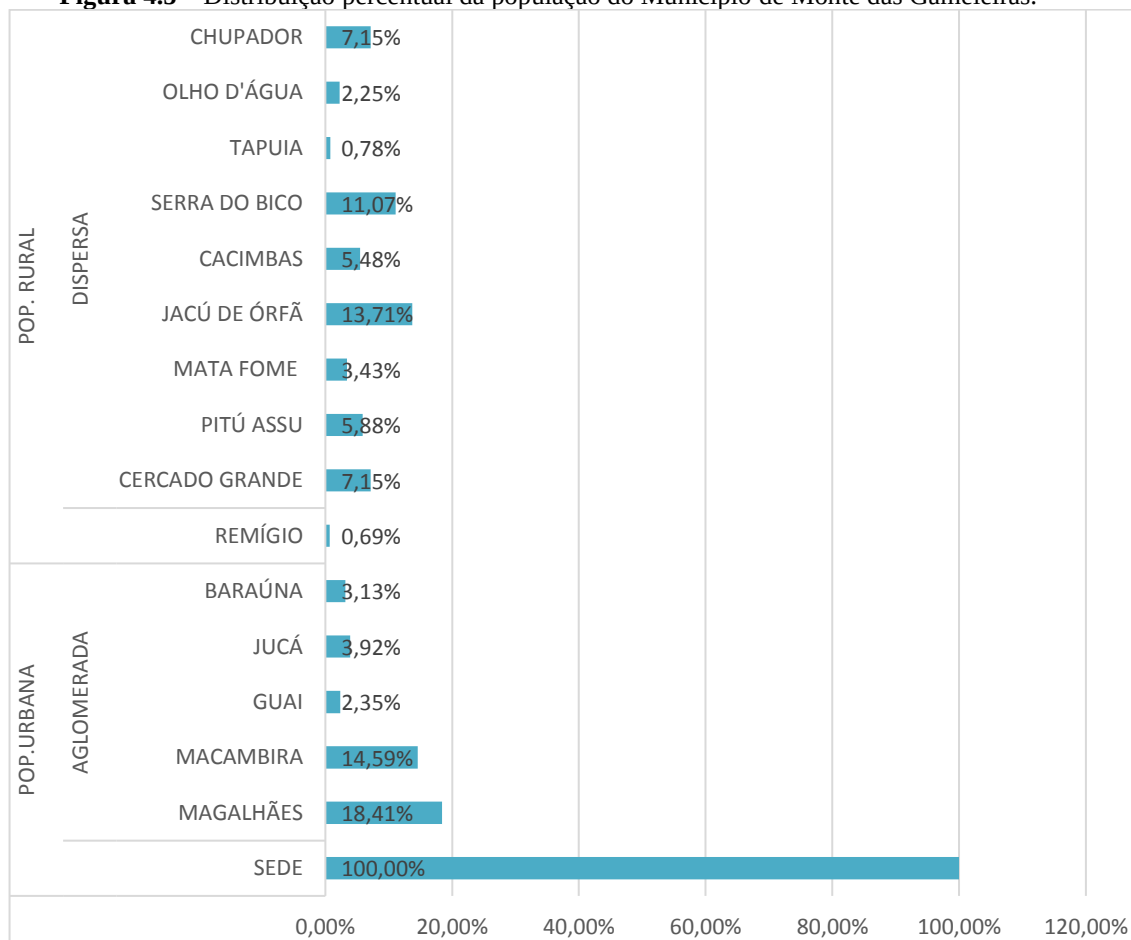
Figura 4.4 – Mapa referente as comunidades rurais de Monte das Gameleiras/RN.



Fonte: Equipe de apoio técnico da UFRN, 2019.

Por consequência da indisponibilidade de série histórica que possibilite a projeção populacional ser estimada para cada unidade de planejamento, será utilizada a distribuição percentual da população total fixa, urbana e rural, para cada unidade de planejamento (**Figura 4.5**), construída a partir dos dados do levantamento de campo realizado pela equipe de trabalho.

Figura 4.5 – Distribuição percentual da população do Município de Monte das Gameleiras.



Fonte: Equipe de apoio técnico da UFRN, 2019.

Considerando a distribuição percentual da população municipal da **Figura 4.5**, é possível estimar a projeção populacional para cada unidade de planejamento, conforme apresentado na **Tabela 4.3**, distribuindo-se percentualmente a variação incremental identificada na metodologia aplicada na projeção da população total, urbana e rural.



Tabela 4.3 – Estimativa da evolução da população do Município de Monte das Gameleiras

ANO	POP. URBANA	POP URBANA TOTAL FIXA	POP. RURAL															POP. RURAL TOTAL FIXA	POP. TOTAL FIXA
	SEDE		AGLOMERADA						DISPERSA										
			MAGALHÃES	MACAMBIRA	GUAI	JUCÁ	BARAUNAS	REMIGIO	CERCADO GRANDE	PITU ASSU	MATA FOME	JACU DE ÓRFÃ	CACIMBAS	SERRA DO BICO	TAPUIA	OLHO D'ÁGUA	CHUPADOR		
2018	1153	1153	155	123	20	33	26	6	60	50	29	116	46	93	7	19	60	843	1996
2019	1143	1143	153	121	20	33	26	6	59	49	28	114	46	92	7	19	59	831	1974
2020	1133	1133	151	120	19	32	26	6	59	48	28	112	45	91	6	18	59	820	1953
2021	1124	1124	149	118	19	32	25	6	58	48	28	111	44	89	6	18	58	808	1932
2022	1115	1115	147	116	19	31	25	5	57	47	27	109	44	88	6	18	57	797	1912
2023	1106	1106	145	115	18	31	25	5	56	46	27	108	43	87	6	18	56	787	1893
2024	1098	1098	143	113	18	30	24	5	55	46	27	106	43	86	6	17	55	776	1874
2025	1090	1090	141	112	18	30	24	5	55	45	26	105	42	85	6	17	55	766	1856
2026	1082	1082	139	110	18	30	24	5	54	44	26	104	41	84	6	17	54	756	1838
2027	1075	1075	137	109	18	29	23	5	53	44	26	102	41	83	6	17	53	746	1821
2028	1068	1068	136	108	17	29	23	5	53	43	25	101	40	82	6	17	53	737	1805
2029	1061	1061	134	106	17	29	23	5	52	43	25	100	40	81	6	16	52	728	1789
2030	1055	1055	132	105	17	28	23	5	51	42	25	99	39	80	6	16	51	719	1775
2031	1050	1050	131	104	17	28	22	5	51	42	24	98	39	79	6	16	51	712	1762
2032	1046	1046	130	103	17	28	22	5	50	41	24	97	39	78	6	16	50	704	1750
2033	1042	1042	128	102	16	27	22	5	50	41	24	96	38	77	5	16	50	697	1740
2034	1039	1039	127	101	16	27	22	5	49	41	24	95	38	76	5	16	49	691	1730
2035	1036	1036	126	100	16	27	21	5	49	40	23	94	38	76	5	15	49	685	1721
2036	1034	1034	125	99	16	27	21	5	49	40	23	93	37	75	5	15	49	679	1713
2037	1033	1033	124	98	16	26	21	5	48	40	23	92	37	75	5	15	48	674	1707
2038	1032	1032	123	98	16	26	21	5	48	39	23	92	37	74	5	15	48	669	1701

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

4.2.2 Estimativa da População Flutuante do Município de Monte das Gameleiras

Assim como a população fixa do município, a população flutuante também precisa ser considerada para o planejamento do saneamento básico, uma vez que, apesar de não ser residente esta população também faz uso da infraestrutura de saneamento, e a depender do caso, pode gerar colapso dos serviços.

As principais causas das populações flutuantes nos municípios brasileiros estão relacionadas a eventos específicos, que atraem grande número de visitantes; população flutuante diária, que se relaciona geralmente ao deslocamento residência/local de trabalho/residência; e ainda a população flutuante sazonal, a qual ocorre em certos períodos do ano, como em localidades que recebem por um intervalo de tempo, veranistas, visitantes ou turistas.

No Município de Monte das Gameleiras não existe registro de população flutuante significativa, com flutuação da população ocorrendo apenas em acontecimentos pontuais marcados por eventos festivos, tais como: Festa do Padroeiro, Festival de Inverno e Gastronômico nas regiões circunvizinhas (Serra de São Bento), entre outros. Contudo, o aumento populacional desses eventos é momentâneo e insignificante, não pressionando os sistemas a ponto de ser necessário sua inclusão no dimensionamento. O sistema atual tem suprido sem grandes problemas as demandas excedentes.

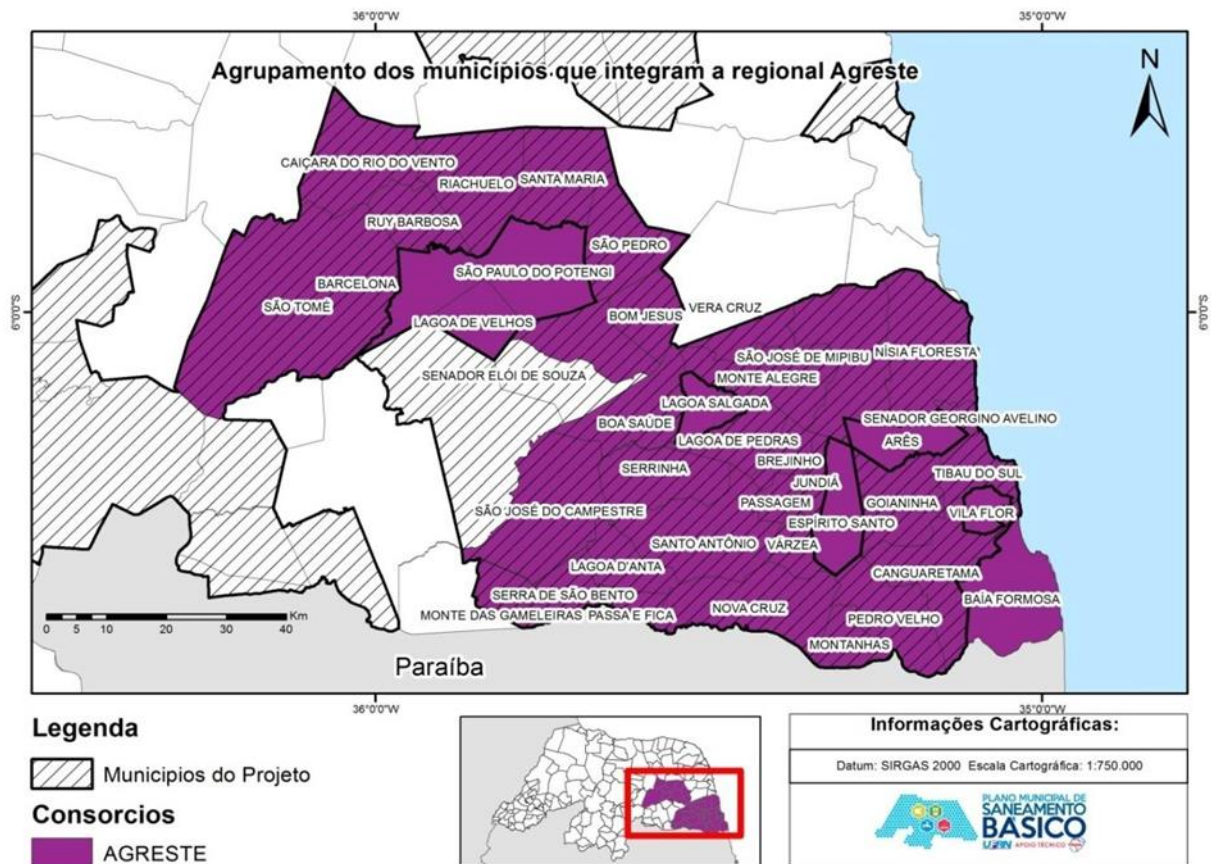
4.2.3 Estimativa populacional do sistema regionalizado de abastecimento de água Agreste/Trairi/Potengi (Adutora Monsenhor Expedito)

Tendo em vista que a população abastecida pelo Sistema Adutor Agreste/Trairi/Potengi (Adutora Monsenhor Expedito) tem sua variação a partir da composição de incrementos populacionais de diversos municípios, os quais possuem dinâmicas diferentes de evolução populacional, e da ampliação da cobertura do sistema para atendimento de maior área de abrangência (incluindo mais municípios, ou comunidades dos municípios já atendidos), não foi possível quantificar a sua evolução populacional.

4.2.4 Estimativa populacional do Consórcio para destinação de Resíduos Sólidos do Agreste

O município de Monte das Gameleiras está inserido no agrupamento da região Agreste (Figura 4.6), que contém 40 municípios do RN, formando o Consórcio de saneamento do Agreste no Estado do Rio Grande do Norte

Figura 4.6 - Agrupamento dos Municípios que integram a Regional Agreste.



Fonte: Equipe de Elaboração UFRN/PMSB, 2017.

Segundo o PEGIRS/RN, tem-se a seguinte projeção populacional para a regionalização Agreste nos anos de 2010, 2020 e 2030.

Tabela 4.4 - Projeção populacional por regionalização (2010-2020-2030).

Regionalização	Ano		
	2010	2020	2030
Agreste	474.335	533.955	608.800

Fonte: PEGIRS, 2012.

4.2.5 Áreas de expansão territorial

Para prospectar as demandas futuras dos serviços de saneamento básico, um fator importante é compreender o uso e ocupação do solo no município de Monte das Gameleiras, a tendência de expansão territorial e os usos previstos. Assim, uma ferramenta importante para avaliação das prospectivas é a identificação e mapeamento da ordenação da ocupação do solo.

Nesse sentido, os mapas de expansão urbana foram realizados com base numa metodologia que objetiva demonstrar cartograficamente para onde está avançando a mancha urbana do núcleo urbano do município e compará-la com a área definida para expansão urbana, pela lei do perímetro urbano, caso houver.

Para o município de Monte das Gameleiras, como parâmetro para demonstrar essa expansão foi utilizado o polígono de Áreas Edificadas produzido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE¹⁷ e sobreposto às imagens de satélite¹⁸, a fim de detectar se o polígono de Áreas Edificadas se encontra sobreposto às áreas com conjuntos de edificações detectados na imagem de satélite. Quando é observado que fora do polígono do IBGE existem esses conjuntos de edificações, mas que apresentam continuidade com esta Área Edificada, admite-se que houve ali um crescimento da área urbana, caracterizando uma expansão.

Essa expansão foi classificada quanto ao nível e ao sentido dessa expansão por meio da distância da área onde foi observado conjuntos de edificações para com o polígono de Áreas Edificadas. Para isso foram criados polígonos por meio da ferramenta *Buffer*, gerando polígonos que contornam um objeto a uma determinada distância. Neste caso, o polígono de Áreas Edificadas é o objeto a ser contornado, e a distância é o que determinará o nível dessa expansão.

Para cada faixa de área gerada no *Buffer* é atribuído um nível, onde quanto mais próximo do polígono de Áreas Edificadas menor será o nível de expansão:

- Área entre 0 e 200 metros: Baixa expansão;
- Área entre 200 e 500 metros: Média expansão;
- Área entre 500 e 1000 metros: Alta expansão.

O sentido dessa expansão é indicado conforme percebido no sentido das vias de acesso, pensando pelo viés que esses objetos (vias de acesso) possibilitam novas ações (especulação imobiliária), gerando novos objetos (novas edificações). A intensidade desse sentido também está presente na representação da espessura das setas, e seguem a mesma lógica da área de

¹⁷ Tem como base imagens RapidEye dos anos de 2011, 2012 e 2013

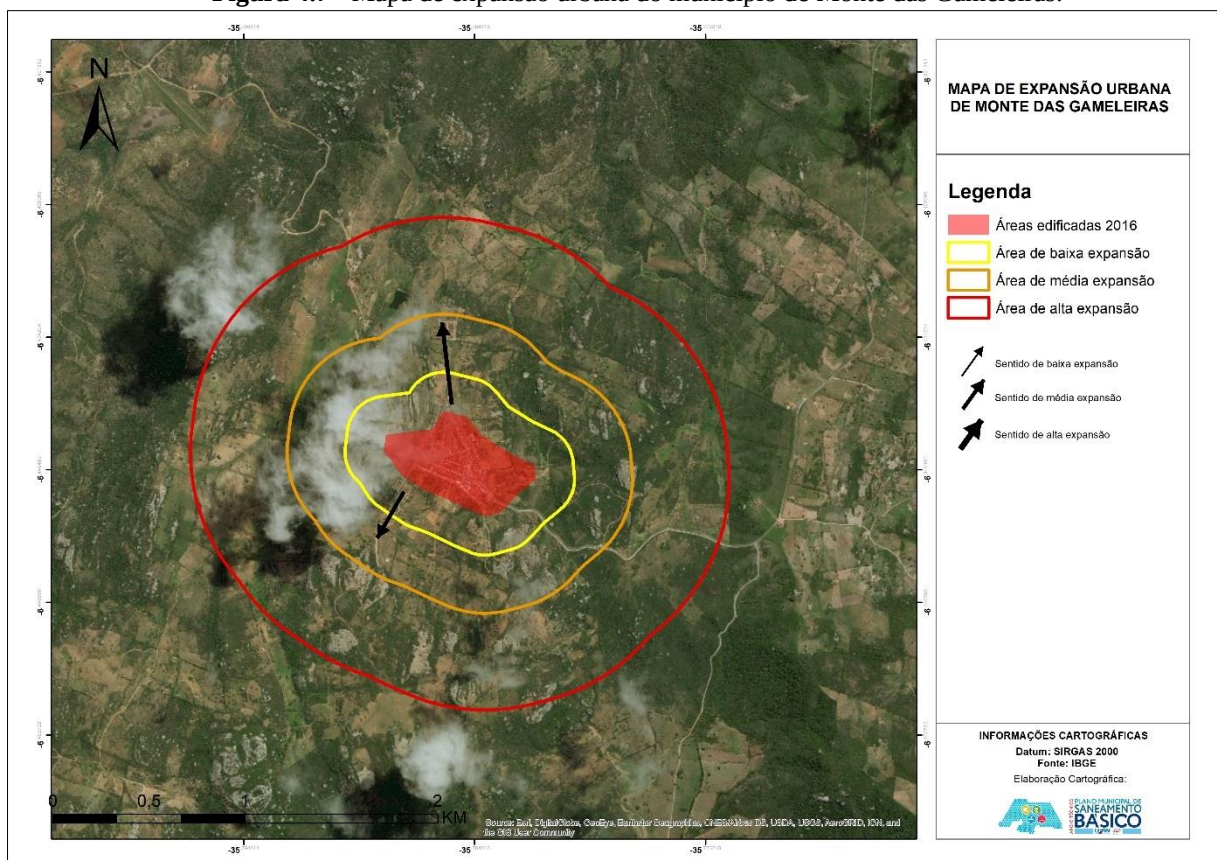
¹⁸ Imagens obtidas do Google ou do Bing, 2016/2017

expansão. Cabe ressaltar que o município de Monte das Gameleiras não possui Plano Diretor e que as áreas edificadas são predominantemente residenciais.

Considerando o exposto acima, a **Figura 4.7** apresenta o mapa de expansão urbana do município de Monte das Gameleiras, em que constata-se a predominância do uso do solo por ocupações residências, embora também ocorra poucas atividades comerciais de pequeno porte e algumas atividades turísticas.

A tendência de crescimento urbano nas áreas de média expansão corrobora a importância para o planejamento da implantação dos sistemas de saneamento nessas áreas.

Figura 4.7 - Mapa de expansão urbana do município de Monte das Gameleiras.



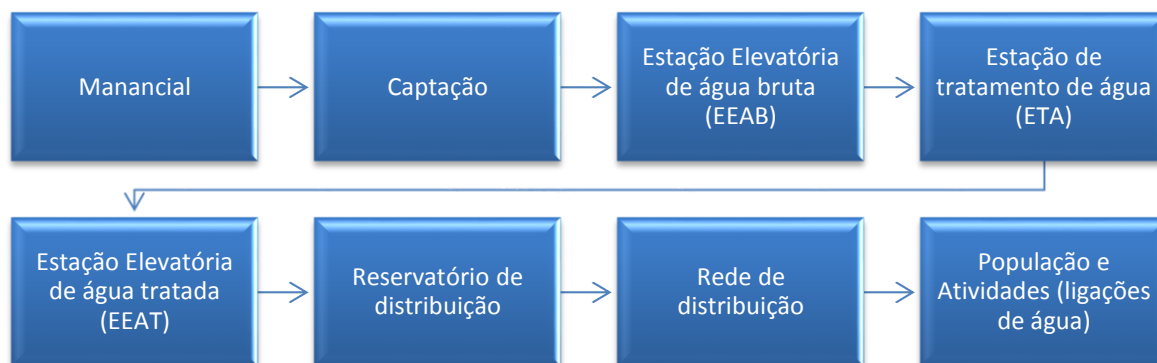
Fonte: Equipe de apoio técnico da UFRN, 2019.

4.3 INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O Sistema de Abastecimento de Água (SAA) compreende o processo que vai desde o manancial de captação, até a distribuição da água tratada para cada uma das economias do sistema. Dentro do processo de captação, produção de água tratada, reservação e distribuição, existem aspectos mais relevantes que precisarão de atenção especial para o planejamento do

sistema. A **Figura 4.8** tem representados os componentes de um sistema de abastecimento de água.

Figura 4.8 – Componentes de um Sistema de Abastecimento de Água (SAA)



Fonte: Equipe de apoio técnico da UFRN, 2018.

Tendo em vista que a captação, e adução de água bruta, advinda do manancial, está em função da demanda por água tratada da população e atividades instaladas no território municipal, iniciaremos o estudo de projeção de demandas a partir da análise das ligações de água.

4.3.1 Ligações de água

Com foco na universalização do abastecimento de água, toda população municipal deverá ter acesso a água em quantidade (relação oferta/demanda) e qualidade (continuidade, potabilidade, etc.) satisfatórias, ou seja, é necessário planejar para atender os déficits atuais, bem como os futuros que surgirão em função do crescimento populacional e da expansão da ocupação territorial.

A contagem realizada pela Prefeitura Municipal de Monte das Gameleiras (**Tabela 4.2**) identificou o número de residências que cada unidade de planejamento possui. Para verificar as necessidades atuais e futuras para ligações de água é necessário primeiramente avaliar as localidades com rede de distribuição instalada. De acordo com os dados apresentados no Diagnóstico Técnico-Participativo o Município de Monte da Gameleiras possuía em dezembro de 2018 um total de 838 ligações cadastradas, sendo 690 ligações de água ativas e 148 ligações inativas (CAERN, 2018). Identificou-se ainda, que o município possuía no mesmo período um total de 692 economias cadastradas ativas em todo município, não tendo disponível em banco de dados a quantidade de economias exatas localizadas na sede e em cada comunidade abastecida, com disponibilidade apenas de algumas localidades. A atualização do banco de dados é de extrema importância para um melhor planejamento.

Com base nesses dados, podemos identificar que 17,66% das ligações cadastradas não estão efetivamente ligadas à rede de distribuição. Essa constatação pode significar que uma parcela das ligações inativas pode estar realizando ligações clandestinas para consumo não faturado de água do sistema de abastecimento de água. Deste modo, é de fundamental importância prever ação, de prazo imediato, para verificação das ligações cadastradas inativas, de modo a verificar as causas do seu desligamento e as possíveis ligações clandestinas, executando a reativação das mesmas, segundo consentimento dos usuários, para garantia do pleno atendimento das ligações cadastradas, que demandam consumo, no sistema.

Tendo o objetivo de identificar o déficit de ligações para cada uma dessas localidades, foi calculada a diferença entre o número de imóveis em cada uma das localidades com rede de abastecimento e o número de economias cadastradas ligadas ao sistema de abastecimento de água. Deste modo, considerando o número de residências existentes nas localidades rurais e o número de economias residenciais existentes, estima-se que há um déficit de 383 ligações para garantir o atendimento integral das populações dessas localidades. No que se refere à sede, o déficit identificado foi de 00 ligações. Para as comunidades que não possuem rede de abastecimento de água instalada, o déficit de ligações corresponde ao número absoluto de residências implantadas.

Considerando a indisponibilidade de dados que viabilize a previsão de instalação de imóveis não residenciais no município, será considerado neste estudo que todo e qualquer empreendimento implantado no tempo de referência solicitará ligação à rede de abastecimento de água como requisito para início da operação de suas atividades.

Para realizar a estimativa do número de ligações de água necessárias de serem implantadas na sede e das localidades com características urbanas, ano a ano do horizonte de planejamento, dividiu-se a população no ano de referência pela densidade ocupacional da área urbana, a qual corresponde a 3,27 (taxa de adensamento urbano). No que se refere à estimativa do déficit do número de ligações de água nas comunidades rurais que serão atendidas por rede de abastecimento de água, dividiu-se a população de cada uma no ano de referência pela densidade ocupacional, resultando na taxa de adensamento rural (**Tabela 4.5**).

Tabela 4.5 – Taxa de adensamento das comunidades rurais do município de Monte das Gameleiras.

Comunidade Rural	Taxa de adensamento rural	Comunidade Rural	Taxa de adensamento rural
Magalhães	2.04	Mata Fome	1.59
Macambira	2.22	Jacú De Orfã	2.12
Guaí	0.77	Cacimbas	2.33



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB
Prospectiva e Planejamento Estratégico



Comunidade Rural	Taxa de adensamento rural	Comunidade Rural	Taxa de adensamento rural
Jucá	4.00	Serra Do Bico	3.05
Baraúna	4.00	Tapuia	0.89
Remígio	0.64	Olho D'água	1.05
Cercado Grande	1.46	Chupador	4.56
Pitu Assú	4.00	-	

Fonte: Comitê Executivo do PMSB de Monte das Gameleiras/RN, 2019.

Considerando que a projeção populacional das comunidades rurais apresentou tendência a decaimento, adotou-se o crescimento de pelo menos 1 ligação de água por ano para cada comunidade.

Para o alcance da universalização do abastecimento de água é necessário focar no pleno atendimento não apenas da sede municipal, mas também dos Sítios e Assentamentos aglomerados. A partir do conhecimento da projeção do crescimento vegetativo ao longo do horizonte de planejamento para cada uma dessas localidades (urbanas e rurais), tornou-se possível determinar a quantidade de ligações residenciais a serem implantadas anualmente (**Tabela 4.6 e Tabela 4.7**).

Tabela 4.6 – Número de Ligações nas localidades urbanas a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.

ANO	POP. URBANA		
	SEDE		
	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano
2018	1153	353	0
2019	1143	354	1
2020	1133	355	1
2021	1124	356	1
2022	1115	357	1
2023	1106	358	1
2024	1098	359	1
2025	1090	360	1
2026	1082	361	1
2027	1075	362	1
2028	1068	363	1
2029	1061	364	1
2030	1055	365	1
2031	1050	366	1
2032	1046	367	1
2033	1042	368	1
2034	1039	369	1
2035	1036	370	1
2036	1034	371	1
2037	1033	372	1
2038	1032	373	1

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Ressalta-se que para a implantação dos sistemas de abastecimento de água com rede de distribuição nas comunidades rurais que ainda não possuem sistemas em operação, é necessária a consolidação de estudo prévio que indique a viabilidade técnica e econômica de cada sistema.

Tabela 4.7 - Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.

ANO	POP. RURAL											
	AGLOMERADA											
	MAGALHÃES			MACAMBIRA			GUAÍ			JUCÁ		
	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano
2018	155	76	76	123	56	56	20	26	16	33	9	9
2019	153	77	1	121	57	1	20	27	1	33	10	1
2020	151	78	1	120	58	1	19	28	1	32	11	1
2021	149	79	1	118	59	1	19	29	1	32	12	1
2022	147	80	1	116	60	1	19	30	1	31	13	1
2023	145	81	1	115	61	1	18	31	1	31	14	1
2024	143	82	1	113	62	1	18	32	1	30	15	1
2025	141	83	1	112	63	1	18	33	1	30	16	1
2026	139	84	1	110	64	1	18	34	1	30	17	1
2027	137	85	1	109	65	1	18	35	1	29	18	1
2028	136	86	1	108	66	1	17	36	1	29	19	1
2029	134	87	1	106	67	1	17	37	1	29	20	1
2030	132	88	1	105	68	1	17	38	1	28	21	1
2031	131	89	1	104	69	1	17	39	1	28	22	1
2032	130	90	1	103	70	1	17	40	1	28	23	1
2033	128	91	1	102	71	1	16	41	1	27	24	1
2034	127	92	1	101	72	1	16	42	1	27	25	1
2035	126	93	1	100	73	1	16	43	1	27	26	1
2036	125	94	1	99	74	1	16	44	1	27	27	1
2037	124	95	1	98	75	1	16	45	1	26	28	1
2038	123	96	1	98	76	1	16	46	1	26	29	1

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Tabela 4.8 - Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.

ANO	POP. RURAL											
	AGLOMERADA						DISPERSA					
	BARAÚNA			REMIGIO			CERCADO GRANDE			PITU ASSU		
	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano
2018	26	7	0	6	10	0	60	42	17	50	13	13
2019	26	8	1	6	11	1	59	43	1	49	14	1
2020	26	9	1	6	12	1	59	44	1	48	15	1
2021	25	10	1	6	13	1	58	45	1	48	16	1
2022	25	11	1	5	14	1	57	46	1	47	17	1
2023	25	12	1	5	15	1	56	47	1	46	18	1
2024	24	13	1	5	16	1	55	48	1	46	19	1
2025	24	14	1	5	17	1	55	49	1	45	20	1
2026	24	15	1	5	18	1	54	50	1	44	21	1
2027	23	16	1	5	19	1	53	51	1	44	22	1
2028	23	17	1	5	20	1	53	52	1	43	23	1
2029	23	18	1	5	21	1	52	53	1	43	24	1
2030	23	19	1	5	22	1	51	54	1	42	25	1
2031	22	20	1	5	23	1	51	55	1	42	26	1
2032	22	21	1	5	24	1	50	56	1	41	27	1
2033	22	22	1	5	25	1	50	57	1	41	28	1
2034	22	23	1	5	26	1	49	58	1	41	29	1
2035	21	24	1	5	27	1	49	59	1	40	30	1
2036	21	25	1	5	28	1	49	60	1	40	31	1
2037	21	26	1	5	29	1	48	61	1	40	32	1
2038	21	27	1	5	30	1	48	62	1	39	33	1

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Tabela 4.9 - Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.

ANO	POP. RURAL											
	DISPERSA											
	MATA FOME			JACÚ DE ÓRFÃ			CACIMBAS			SERRA DO BICO		
	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano
2018	29	19	19	116	55	55	46	20	0	93	31	31
2019	28	20	1	114	56	1	46	21	1	92	32	1
2020	28	21	1	112	57	1	45	22	1	91	33	1
2021	28	22	1	111	58	1	44	23	1	89	34	1
2022	27	23	1	109	59	1	44	24	1	88	35	1
2023	27	24	1	108	60	1	43	25	1	87	36	1
2024	27	25	1	106	61	1	43	26	1	86	37	1
2025	26	26	1	105	62	1	42	27	1	85	38	1
2026	26	27	1	104	63	1	41	28	1	84	39	1
2027	26	28	1	102	64	1	41	29	1	83	40	1
2028	25	29	1	101	65	1	40	30	1	82	41	1
2029	25	30	1	100	66	1	40	31	1	81	42	1
2030	25	31	1	99	67	1	39	32	1	80	43	1
2031	24	32	1	98	68	1	39	33	1	79	44	1
2032	24	33	1	97	69	1	39	34	1	78	45	1
2033	24	34	1	96	70	1	38	35	1	77	46	1
2034	24	35	1	95	71	1	38	36	1	76	47	1
2035	23	36	1	94	72	1	38	37	1	76	48	1
2036	23	37	1	93	73	1	37	38	1	75	49	1
2037	23	38	1	92	74	1	37	39	1	75	50	1
2038	23	39	1	92	75	1	37	40	1	74	51	1

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Tabela 4.10 - Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.

ANO	POP. RURAL								
	DISPERSA								
	TAPUIA			OLHO D'ÁGUA			CHUPADOR		
	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano
2018	7	8	8	19	19	10	60	14	14
2019	7	9	1	19	20	1	59	15	1
2020	6	10	1	18	21	1	59	16	1
2021	6	11	1	18	22	1	58	17	1
2022	6	12	1	18	23	1	57	18	1
2023	6	13	1	18	24	1	56	19	1
2024	6	14	1	17	25	1	55	20	1
2025	6	15	1	17	26	1	55	21	1
2026	6	16	1	17	27	1	54	22	1
2027	6	17	1	17	28	1	53	23	1
2028	6	18	1	17	29	1	53	24	1
2029	6	19	1	16	30	1	52	25	1
2030	6	20	1	16	31	1	51	26	1
2031	6	21	1	16	32	1	51	27	1
2032	6	22	1	16	33	1	50	28	1
2033	5	23	1	16	34	1	50	29	1
2034	5	24	1	16	35	1	49	30	1
2035	5	25	1	15	36	1	49	31	1
2036	5	26	1	15	37	1	49	32	1
2037	5	27	1	15	38	1	48	33	1
2038	5	28	1	15	39	1	48	34	1

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Considera-se uma meta imediata o atendimento do déficit de ligação dos sistemas de abastecimento da zona rural das comunidades Cercado Grande, Guai e Olho d'Água, as quais possuem, em parte, sistema de abastecimento, bem como a elaboração de estudo de viabilidade de sistema para atendimento das demandas das comunidades Magalhães, Macambira, Pitu Assu, Mata Fome, Jacú de Órfã, Serra do Bico, Tapuia, Jacú e Chupador, as quais não possuem atualmente sistema de abastecimento com rede de distribuição operante, e das localidades Macambira e Guai, que demandarão estudos detalhados para solucionar as carências técnicas identificadas no sistema atual (dessalinizador e poços) para atendimento imediato das demandas não supridas. Define-se, por conseguinte, como meta de curto prazo, o atendimento ao déficit de ligações dos sistemas, os quais necessitarão dos estudos supracitados. A partir da universalização do atendimento, o déficit anual deverá ser atendido conforme o surgimento da demanda, que pode ser estimada conforme apresentado nas **Tabela 4.6** e **Tabela 4.7**.

Com vistas a garantir o uso racional da água, a redução dos desperdícios e das perdas de água, é indispensável promover a adoção de sistemas de macro e micromedição. Tal ação também é capaz de contribuir para a conservação dos mananciais e a cobrança justa do valor da conta de água. Deste modo, há necessidade de implantação de micromedição em todas as ligações de água do município e de macromedidores nas tubulações de entrada dos reservatórios.

Conforme identificado no Diagnóstico Técnico-Participativo, no Município de Monte das Gameleiras observa-se que o déficit de hidrometração da área urbana era de 5,84% em dezembro de 2018. Deste modo, prevê-se ação para implantação de micromedidores nas unidades que não os possui. Ressalta-se que o tempo médio de vida útil de um hidrômetro é de aproximadamente cinco anos (conforme NBR NM 212/1999), sendo, portanto, necessário prever a substituição dos 657 hidrômetros atualmente instalados como medida de curto prazo.

É importante observar que para cada nova economia a ser implantada no período do horizonte de planejamento, deve conter um hidrômetro que deverá ser substituído em função da sua vida útil. Os encargos financeiros da implantação de novas ligações são de responsabilidade dos requerentes. Prevê-se ainda a implantação de macromedidores de vazão em cada um dos sistemas coletivos de abastecimento do Município de Monte das Gameleiras.

Outra ação a ser operacionalizada é a atualização do cadastro comercial dos sistemas de abastecimento por rede de distribuição existente, ao passo que seja efetuada a implantação de macro e micromedição. Deste modo, será possível indicar a data de implantação e o tempo máximo de vida útil para substituição do equipamento, sendo indispensável a manutenção

desses cadastros atualizados. Neste processo, é de fundamental importância também a identificação dos imóveis que realizem atividades comerciais, de serviços ou industriais e que estejam cadastrados como unidade habitacional, tendo em vista a variação do consumo per capita previsto para outras atividades superar a estimativa do per capita em ocupações residenciais. Em função da importância desta ação para a melhoria inclusive do planejamento dos sistemas de abastecimento de água, determina-se a atualização dos cadastros como medida de curto prazo.

Se constatada, no momento das revisões do plano, mudança no comportamento evolutivo da população, as projeções de demanda contempladas neste estudo deverão ser reformuladas.

4.3.2 Rede de distribuição

Para o atendimento da demanda já identificada de ligações previstas para o alcance da universalização do abastecimento de água no Município de Monte das Gameleiras, é de fundamental importância prever também a ampliação da rede de distribuição de água. Além disso, é indispensável identificar as regiões as quais possuem rede de distribuição instalada, contudo por motivos diversos (pressão, rompimento de tubulação, etc.) a água não chega ao seu destino. É imprescindível ainda, observar a continuidade no fornecimento de água, considerando a definição do Plano Nacional de Saneamento Básico (2013), o qual identifica como atendimento adequado do abastecimento de água aquele “fornecimento de água potável por rede de distribuição ou por poço, nascente ou cisterna, com canalização interna, em qualquer caso sem intermitências (paralisações ou interrupções)”.

Para tanto, é necessário elaborar o cadastro técnico das redes de distribuição existentes para analisar as condições hidráulicas e operacionais, e definir quais as modificações e melhorias que serão necessárias para garantir o funcionamento adequado das mesmas. Feito isto, será preciso elaborar e implantar projeto de ampliação e adequação das redes de distribuição de água existentes, bem como projetos para implantação de redes de distribuição nas comunidades previstas de serem contempladas com tais. Estes projetos devem prever também soluções para os problemas de distribuição encontrados, em prol de erradicar a intermitência dos sistemas de abastecimento, que é ocasionado pela presença de residências em áreas de baixa pressão, ocorrência de problemas em outros municípios abastecidos pelo sistema, uso de manobras na rede de abastecimento, entre outros problemas não identificados.

A sede do município de Monte das Gameleiras já é atendida integralmente por rede, não havendo necessidade de expansão para atender à população residente no município atualmente. No entanto, mesmo considerando que a população ao longo do horizonte de projeto tende a

diminuir ao longo dos anos, se fez necessário estimar a extensão da rede necessária para ampliar o abastecimento no município, uma vez que loteamentos, conjuntos e estabelecimentos tendem a se formar próximos a sede do município. Já nas localidades de Cercado Grande, Olho d'Água e Guaí, será necessário expandir a rede de distribuição, pois nelas ainda existem residências que não estão ligadas ao sistema de água. Como também, estudo de viabilidade de sistema para atendimento das demandas das comunidades já citadas que não possuem atualmente sistema de abastecimento com rede de distribuição

Para estimar a extensão de rede necessária para ampliação do abastecimento no Município de Monte das Gameleiras, considerou-se 12 metros de rede/ligação na sede, 30 metros de rede/ligação para as comunidades aglomeradas e de 50 metros de rede/ligação para as comunidades dispersas.

Define-se, por conseguinte, como meta de curto prazo, o atendimento ao déficit de ligações dos sistemas de abastecimento, os quais necessitarão dos estudos supracitados. A partir da universalização do atendimento, o déficit anual deverá ser atendido conforme o surgimento das demandas, que podem ser estimadas conforme apresentado nas **Tabela 4.11** e **Tabela 4.12**.

De acordo com o Diagnóstico Técnico-Participativo de Monte das Gameleiras, não foi possível identificar os trechos que necessitam de substituição na rede, tendo em vista a ausência de cadastro técnico atualizado da mesma, entretanto sabe-se da necessidade de troca considerando que grande parte dela foi concebida em 1982.

Todas as localidades rurais do município de Monte das Gameleiras apresentam suas populações de saturação no início de plano. Deste modo, para aquelas que estão sendo previstas redes de distribuição a serem implantadas, adotou-se o crescimento de pelo menos uma ligação de água por ano para cada comunidade, ressaltando-se quando da implantação de novas residências ou loteamentos futuros não previstos. Caso ocorra mudança no comportamento evolutivo da população, nas futuras revisões do plano deve ser avaliada nova prospectiva. Na **Tabela 4.12**, apresentam-se as extensões de rede necessárias para atender as localidades rurais, bem como ano previsto para sua implantação.

Tabela 4.11 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população urbana.

ANO	POPULAÇÃO URBANA		
	SEDE		
	Extensão atual da Rede (km)		4.24
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Extensão da Rede (km)
2018	4.24	0	-
2019	4.25	10	10
2020	4.26	10	20
2021	4.28	20	40
2022	4.29	11	51
2023	4.3	10	61
2024	4.31	10	71
2025	4.32	11	82
2026	4.34	20	102
2027	4.35	10	112
2028	4.36	10	122
2029	4.37	11	133
2030	4.38	10	143
2031	4.4	20	163
2032	4.41	11	174
2033	4.42	10	184
2034	4.43	10	194
2035	4.44	11	205
2036	4.46	20	225
2037	4.47	10	235
2038	4.48	10	245

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.



Tabela 4.12 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural.

ANO	POPULAÇÃO RURAL											
	AGLOMERADA											
	MAGALHÃES			MACAMBIRA			GUAÍ			JUCÁ		
	Extensão atual da Rede (km)		0.0	Extensão atual da Rede (km)		0.0	Extensão atual da Rede (km)		0.312	Extensão atual da Rede (km)		0.0
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Aumento da Rede (m)
2018	2.28	2280	-	1.68	1680	-	0.78	468		0.27	270	
2019	2.31	31	2311	1.71	30	1710	0.81	30	498	0.3	30	300
2020	2.34	30	2341	1.74	30	1740	0.84	30	528	0.33	30	330
2021	2.37	31	2372	1.77	30	1770	0.87	30	558	0.36	30	360
2022	2.4	30	2402	1.8	30	1800	0.9	30	588	0.39	30	390
2023	2.43	31	2433	1.83	30	1830	0.93	30	618	0.42	30	420
2024	2.46	30	2463	1.86	30	1860	0.96	30	648	0.45	30	450
2025	2.49	31	2494	1.89	30	1890	0.99	30	678	0.48	30	480
2026	2.52	30	2524	1.92	30	1920	1.02	30	708	0.51	30	510
2027	2.55	30	2554	1.95	30	1950	1.05	30	738	0.54	30	540
2028	2.58	31	2585	1.98	30	1980	1.08	30	768	0.57	30	570
2029	2.61	30	2615	2.01	30	2010	1.11	30	798	0.6	30	600
2030	2.64	31	2646	2.04	31	2041	1.14	30	828	0.63	30	630
2031	2.67	30	2676	2.07	30	2071	1.17	30	858	0.66	30	660
2032	2.7	31	2707	2.1	31	2102	1.2	30	888	0.69	30	690
2033	2.73	30	2737	2.13	30	2132	1.23	30	918	0.72	30	720
2034	2.76	30	2767	2.16	31	2163	1.26	30	948	0.75	30	750
2035	2.79	31	2798	2.19	30	2193	1.29	30	978	0.78	30	780
2036	2.82	30	2828	2.22	31	2224	1.32	30	1008	0.81	30	810
2037	2.85	31	2859	2.25	30	2254	1.35	30	1038	0.84	30	840
2038	2.88	30	2889	2.28	30	2284	1.38	30	1068	0.87	30	870

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Tabela 4.13 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural.

ANO	POPULAÇÃO RURAL											
	AGLOMERADA						DISPERSA					
	BARAÚNA			REMÍGIO			CERCADO GRANDE			PITU ASSU		
	Extensão atual da Rede (km)		0.21	Extensão atual da Rede (km)		0.3	Extensão atual da Rede (km)		1.26	Extensão atual da Rede (km)		0.0
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Aumento da Rede (km)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Aumento da Rede (m)
2018	0.21	0	-	0.3	0		2.1	840		0.65	650	
2019	0.24	30	30	0.33	30	30	2.15	50	890	0.7	50	700
2020	0.27	30	60	0.36	30	60	2.2	51	941	0.75	50	750
2021	0.3	30	90	0.39	30	90	2.25	50	991	0.8	50	800
2022	0.33	30	120	0.42	30	120	2.3	50	1041	0.85	50	850
2023	0.36	30	150	0.45	30	150	2.35	51	1092	0.9	50	900
2024	0.39	30	180	0.48	30	180	2.4	50	1142	0.95	50	950
2025	0.42	30	210	0.51	30	210	2.45	51	1193	1	50	1000
2026	0.45	30	240	0.54	30	240	2.5	50	1243	1.05	50	1050
2027	0.48	30	270	0.57	30	270	2.55	50	1293	1.1	50	1100
2028	0.51	30	300	0.6	30	300	2.6	51	1344	1.15	50	1150
2029	0.54	30	330	0.63	30	330	2.65	50	1394	1.2	50	1200
2030	0.57	30	360	0.66	30	360	2.7	51	1445	1.25	50	1250
2031	0.6	30	390	0.69	30	390	2.75	50	1495	1.3	50	1300
2032	0.63	30	420	0.72	30	420	2.8	50	1545	1.35	50	1350
2033	0.66	30	450	0.75	30	450	2.85	51	1596	1.4	50	1400
2034	0.69	30	480	0.78	30	480	2.9	50	1646	1.45	50	1450
2035	0.72	30	510	0.81	30	510	2.95	51	1697	1.5	50	1500
2036	0.75	30	540	0.84	30	540	3	50	1747	1.55	50	1550
2037	0.78	30	570	0.87	30	570	3.05	50	1797	1.6	50	1600
2038	0.81	30	600	0.9	30	600	3.1	51	1848	1.65	50	1650

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Tabela 4.14 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural.

ANO	POPULAÇÃO RURAL											
	DISPERSA											
	MATA FOME			JACÚ DE ÓRFÃ			CACIMBAS			SERRA DO BICO		
	Extensão atual da Rede (km)		0.0	Extensão atual da Rede (km)		0.0	Extensão atual da Rede (km)		1.0	Extensão atual da Rede (km)		0.0
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Aumento da Rede (m)
2018	0.95	950		2.75	2750		1	0		1.55	1550	
2019	1	50	1000	2.8	50	2800	1.05	50	50	1.6	50	1600
2020	1.05	50	1050	2.85	51	2851	1.1	50	100	1.65	50	1650
2021	1.1	50	1100	2.9	50	2901	1.15	50	150	1.7	50	1700
2022	1.15	50	1150	2.95	51	2952	1.2	50	200	1.75	50	1750
2023	1.2	50	1200	3	50	3002	1.25	50	250	1.8	50	1800
2024	1.25	50	1250	3.05	50	3052	1.3	50	300	1.85	50	1850
2025	1.3	50	1300	3.1	51	3103	1.35	50	350	1.9	50	1900
2026	1.35	50	1350	3.15	50	3153	1.4	50	400	1.95	50	1950
2027	1.4	50	1400	3.2	51	3204	1.45	50	450	2	50	2000
2028	1.45	50	1450	3.25	50	3254	1.5	50	500	2.05	50	2050
2029	1.5	50	1500	3.3	50	3304	1.55	50	550	2.1	51	2101
2030	1.55	50	1550	3.35	51	3355	1.6	50	600	2.15	50	2151
2031	1.6	50	1600	3.4	50	3405	1.65	50	650	2.2	51	2202
2032	1.65	50	1650	3.45	51	3456	1.7	50	700	2.25	50	2252
2033	1.7	50	1700	3.5	50	3506	1.75	50	750	2.3	50	2302
2034	1.75	50	1750	3.55	50	3556	1.8	50	800	2.35	51	2353
2035	1.8	50	1800	3.6	51	3607	1.85	50	850	2.4	50	2403
2036	1.85	50	1850	3.65	50	3657	1.9	50	900	2.45	51	2454
2037	1.9	50	1900	3.7	51	3708	1.95	50	950	2.5	50	2504
2038	1.95	50	1950	3.75	50	3758	2	50	1000	2.55	50	2554

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.



Tabela 4.15 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural.

ANO	POPULAÇÃO RURAL								
	DISPERSA								
	TAPUIA			OLHO D'ÁGUA			CHUPADOR		
	Extensão atual da Rede (km)		0.0	Extensão atual da Rede (km)		0.475	Extensão atual da Rede (km)		0.0
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Aumento da Rede (m)
2018	0.4	400		0.95	475		0.7	700	
2019	0.45	50	450	1	50	525	0.75	50	750
2020	0.5	50	500	1.05	50	575	0.8	50	800
2021	0.55	50	550	1.1	50	625	0.85	50	850
2022	0.6	50	600	1.15	50	675	0.9	50	900
2023	0.65	50	650	1.2	50	725	0.95	50	950
2024	0.7	50	700	1.25	50	775	1	50	1000
2025	0.75	50	750	1.3	50	825	1.05	50	1050
2026	0.8	50	800	1.35	50	875	1.1	50	1100
2027	0.85	50	850	1.4	50	925	1.15	50	1150
2028	0.9	50	900	1.45	50	975	1.2	50	1200
2029	0.95	50	950	1.5	50	1025	1.25	50	1250
2030	1	50	1000	1.55	50	1075	1.3	50	1300
2031	1.05	50	1050	1.6	50	1125	1.35	50	1350
2032	1.1	50	1100	1.65	50	1175	1.4	50	1400
2033	1.15	50	1150	1.7	50	1225	1.45	50	1450
2034	1.2	50	1200	1.75	50	1275	1.5	50	1500
2035	1.25	50	1250	1.8	50	1325	1.55	50	1550
2036	1.3	50	1300	1.85	50	1375	1.6	50	1600
2037	1.35	50	1350	1.9	50	1425	1.65	50	1650
2038	1.4	50	1400	1.95	50	1475	1.7	50	1700

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Será de responsabilidade dos empreendedores a execução da infraestrutura de rede de água demandada por novos loteamentos de expansão. Já a demanda por infraestrutura de rede de água, proveniente do crescimento populacional por adensamento de regiões já providas de infraestrutura, e pela necessidade de execução de redes de reforço para atendimento às novas demandas, é de responsabilidade do gestor dos serviços de abastecimento de água.

Ressalta-se mais uma vez, que para a implantação dos sistemas de abastecimento de água com rede de distribuição nas comunidades rurais que ainda não possuem sistemas em operação, é necessária a consolidação de estudo prévio que indique a viabilidade técnica e econômica de cada sistema.

Como discutido para o atendimento do déficit de ligações, considera-se uma meta imediata a ampliação da rede de abastecimento, para suprir as demandas atuais não atendidas, dos sistemas das comunidades Cercado Grande, Olho d'Água, e Guai, bem como a elaboração de estudo de viabilidade para implantação de sistema para atendimento das demandas das comunidades Magalhães, Macambira, Pitu Assu, Mata Fome, Jacú de Órfã, Serra do Bico, Tapuia, Jacú e Chupador, as quais não possuem atualmente sistema de abastecimento com rede de distribuição operante, e das localidades rurais, que demandarão estudos detalhados para solucionar as carências técnicas identificadas no sistema atual para atendimento imediato das demandas não supridas.

Define-se, por conseguinte, como meta de curto prazo, o atendimento ao déficit de rede de distribuição dos sistemas, os quais necessitarão dos estudos supracitados. A partir da universalização do atendimento, o déficit anual deverá ser atendido conforme o surgimento das demandas, as quais são estimadas nas **Tabela 4.11** e **Tabela 4.12**.

Além disso, é necessário, de forma imediata, definir a setorização do abastecimento de água, para que a rede de distribuição venha a operar com pressões de serviço adequada, complementando com a utilização de Válvulas Redutoras de Pressão (VRPs) em áreas mais baixas ou boosters em pontos mais altos da rede.

4.3.3 Reservação

Para que seja possível prever a demanda de reservação, inicialmente é indispensável avaliar a realidade instalada e o planejamento das perdas no sistema de abastecimento de água. A partir da população a ser atendida, é possível calcular o volume de água necessário para seu suprimento, contudo, os volumes de produção e reservação são afetados diretamente pelo volume desprendido em vazamentos na rede (perdas reais) e em fraudes no sistema (perdas aparentes).

Considerando a ação proposta apresentada anteriormente, para verificação das ligações cadastradas inativas, de modo a averiguar as causas do seu desligamento e as possíveis ligações clandestinas, executando a reativação das mesmas (segundo consentimento dos usuários) para garantia do pleno atendimento das ligações cadastradas que demandam consumo no sistema. Analisando também a proposta que se refere à atualização cadastral da rede de abastecimento, avalia-se que já se objetivou a redução das fraudes no sistema. Sendo, portanto, necessário ainda prever ações para redução das perdas por vazamentos na rede, que só será possível o detalhamento das ações, a partir do cumprimento da prerrogativa estabelecida para a atualização do cadastro da rede, identificando-se as principais deficiências que estão ocasionando o rompimento das tubulações.

Sabendo-se que a série histórica de dados de índice de perdas com maior número de registros é proveniente do SNIS (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016), foi feita a opção de utilização da metodologia utilizada para seu cálculo, a qual está apresentada a seguir:

$$IN059 = \frac{AG006+AG018-AG010-AG024}{AG006+AG018-AG024} \times 100 \quad (10)$$

Onde:

IN059: Índice de Perdas na distribuição

AG006: Volume de água produzido

AG010: Volume de água consumido

AG018: Volume de água tratada importado

AG024: Volume de serviço

No Município de Monte das Gameleiras foi diagnosticado um índice de perdas de 33% no ano de 2017, de acordo com o SNIS. Os valores de porcentagem de perdas são significativos e nocivos à sociedade, visto que, existe um custo com o tratamento da água e é crescente a dificuldade de obtenção de mananciais, principalmente superficiais, com água bruta de boa qualidade, o que torna a água um recurso cada vez mais escasso.

É de fundamental importância reduzir as perdas na rede de distribuição. Para tanto, será estabelecida meta de redução de 4% ao ano, do primeiro ao quarto ano do planejamento, a partir do quinto ano, deverá ser buscada a redução de 3% ao ano, até atingir um valor de 25%, que deverá ser o limite máximo admitido por todo restante do período de estudo. Para os sistemas rurais, diante da ausência de séries históricas e monitoramento dos sistemas, não é possível mensurar o percentual de perdas dos sistemas em operação. Contudo, propõe-se que seja implantado monitoramento dos sistemas existentes e daqueles que serão implantados, tendo como objetivo garantir ações que possibilitem o alcance de índice de perdas de até 15%,

considerando a extensão reduzida das redes e a maior facilidade de fiscalização de perdas, sejam reais ou aparentes.

A necessidade de reservação se dá com o propósito de atender as variações de consumo ao longo do dia, promover a continuidade do abastecimento no caso de paralisação da produção de água, manter pressões adequadas na rede de distribuição, e garantir uma reserva estratégica em casos de incêndio. Quanto à capacidade de reservação, recomenda-se que o volume armazenado seja igual ou maior que 1/3 do volume de água consumido referente ao dia de maior consumo (BRASIL, 2015)

Para realizar estudo sobre a reservação necessária para cada unidade de planejamento no Município de Monte das Gameleiras é imprescindível estimar a vazão média, a demanda máxima diária (volume consumido no dia de maior consumo) e o volume do reservatório, a partir das equações a seguir:

$$Q_{méd} = \frac{P \times q}{86.400} \quad (11)$$

Em que:

$Q_{méd}$ = vazão média (L/s);

P = população da área abastecida (hab);

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

86.400 = fator de conversão de dia para segundo.

$$DMD = Q_{méd} \times K_1 \times \frac{86.400}{1.000} \quad (12)$$

Em que:

DMD = demanda máxima diária (m³);

$Q_{méd}$ = vazão média (L/s);

K1 = coeficiente do dia de maior consumo (1,2);

86.400 = fator de conversão de segundo para dia;

1.000 = fator de conversão de L para m³.

$$V_{reservatório} = \frac{DMD}{3} \quad (13)$$

Em que:

$V_{reservatório}$ = volume mínimo do reservatório

DMD = demanda máxima diária (m³);

3 = 1 terço da demanda DMD

O consumo per capita de água deve, prioritariamente, ser baseado em condições locais, considerando-se o consumo das ligações medidas e não medidas e o volume de perdas no

sistema, no Município de Monte das Gameleiras o consumo per capita identificado no diagnóstico foi de 120 L/hab.dia para a zona urbana e 90L/hab.dia para a zona rural e áreas especiais. Inexistindo meios para determinar os consumos, estes podem ser estimados conforme as diretrizes do Manual de Saneamento da FUNASA de 2015 (**Tabela 4.16** e **Tabela 4.17**).

Tabela 4.16 - Consumo médio per capita para populações dotadas de ligações domiciliares

Porte da comunidade	Faixa de população (habitantes)	Consumo médio per capita (Litros/hab.dia)
Povoado rural	< 5.000	90 a 140
Vila	5.000 a 10.000	100 a 160
Pequena localidade	10.000 a 50.000	110 a 180
Cidade média	50.000 a 250.000	120 a 220
Cidade grande	> 250.000	150 a 300

Fonte: Brasil, 2015.

Tabela 4.17 - Consumo médio per capita para populações desprovidas de ligações domiciliares.

Situação	Consumo médio per capita (Litros/hab.dia)
Abastecida somente com torneiras públicas ou chafarizes	30 a 50
Além de torneiras públicas e chafarizes, possuem lavanderias públicas	40 a 80
Abastecidas com torneiras públicas e chafarizes, lavanderias públicas e sanitário ou banheiro público	60 a 100
Abastecida por cisterna	14 a 28

Fonte: Brasil, 2015.

Ao considerar que para a universalização do abastecimento de água, é necessário garantir o abastecimento de água em quantidade e qualidade satisfatória para toda população do município, é possível calcular o volume diário necessário para suprimento da população estimada no horizonte de planejamento. Na **Tabela 4.18** e na **Tabela 4.19**, apresenta-se estudo da necessidade de reservação de água nas localidades urbanas e rurais.

É possível avaliar que o sistema de reservação da sede tem atualmente a capacidade para armazenar 150,00 m³ de água, este volume se apresenta suficiente para suportar a demanda para todo o horizonte de projeto, uma vez que a população tende a diminuir. Deste modo, não é necessária a construção de novos reservatórios. No que se refere às comunidades rurais, nenhuma possui reservatório instalado, sendo as comunidades de Cacimbas, Baraúna, Remígio atendidas completamente pelo reservatório da sede, e Cercado Grande, Guai e Olho d'Água atendidas parcialmente.

Tabela 4.18 - Demanda de reservação de água em função do crescimento natural da população urbana.

ANO	POPULAÇÃO URBANA					
	SEDE					
	Consumo per capita (l/hab.dia)	120	K1			1,2
	População (hab)	Perdas na distribuição (%)	Demanda máxima diária (m³/dia)	Reservação necessária (m³)	Reservação existente (m³)	Superávit (+) / Déficit (-)
2018	1153	33%	166.035158	55.34505259	150	94.65
2019	1143	29%	164.604518	54.86817252	150	95.13
2020	1133	25%	163.216176	54.40539186	150	95.59
2021	1124	25%	161.869823	53.95660768	150	96.04
2022	1115	25%	160.56689	53.5222966	150	96.48
2023	1106	25%	159.30972	53.10323987	150	96.90
2024	1098	25%	158.101218	52.70040589	150	97.30
2025	1090	25%	156.94226	52.3140866	150	97.69
2026	1082	25%	155.834336	51.94477866	150	98.06
2027	1075	25%	154.779193	51.59306417	150	98.41
2028	1068	25%	153.779443	51.25981418	150	98.74
2029	1061	25%	152.836075	50.9453583	150	99.05
2030	1055	25%	151.950027	50.65000908	150	99.35
2031	1050	25%	151.253626	50.41787541	150	99.58
2032	1046	25%	150.63063	50.21021009	150	99.79
2033	1042	25%	150.084931	50.02831044	150	99.97
2034	1039	25%	149.620079	49.87335973	150	100.13
2035	1036	25%	149.239552	49.74651719	150	100.25
2036	1034	25%	148.947015	49.6490049	150	100.35
2037	1033	25%	148.745835	49.58194496	150	100.42
2038	1032	25%	148.638628	49.54620917	150	100.45

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Tabela 4.19 - Demanda de reservação de água em função da população de saturação da Zona Rural.

	POPULAÇÃO RURAL						
	Localidade	Consumo per capita (l/hab.dia)	90	K1			1,2
		População de saturação (hab)	Perdas na distribuição (%)	Demanda máxima diária (m³/dia)	Reservação necessária (m³)	Reservação existente (m³)	Superávit (+) / Déficit (-)
AGLOMERADAS	Magalhães	155	15%	16.765	5.588	0	-5.588
	Macambira	123	15%	13.287	4.429	0	-4.429
	Guai	20	15%	2.140	0.713	0	-0.713
	Jucá	33	15%	3.567	1.189	0	-1.189
	Barauna	26	15%	2.854	0.951	0	-0.951
	Remigio	6	15%	0.624	0.208	0	-0.208
DISPERSAS	Cercado Grande	60	15%	6.510	2.170	0	-2.170
	Pitu Assu	50	15%	5.351	1.784	0	-1.784
	Mata Fome	29	15%	3.121	1.040	0	-1.040
	Jacu de Orfã	116	15%	12.485	4.162	0	-4.162
	Cacimbas	46	15%	4.994	1.665	0	-1.665
	Serra do Bico	93	15%	10.077	3.359	0	-3.359
	Tapuia	7	15%	0.713	0.238	0	-0.238
	Olho d'Água	19	15%	2.051	0.684	0	-0.684
	Chupador	60	15%	6.510	2.170	0	-2.170

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

É importante destacar que o único reservatório do município de Monte das Gameleiras, localizado na sede do município, precisa de manutenção, uma vez que apresenta problemas estruturais com desprendimento de concreto, oxidação das partes metálicas, infiltrações, fissuras e trincas, além do seu sistema encontrar-se danificado. Ressalta-se que todos os reservatórios deverão ser dotados de macromedidores, sistema de proteção contra descargas atmosféricas e sinalização de obstáculos. Para atendimento a NBR nº 12.217/1994, os componentes dos reservatórios (escadas de acesso, tubulações de entrada, saída e extravasor, dentre outros) precisam ser configurados de acordo com as recomendações contidas nesta norma. Outro aspecto constatado com frequência no diagnóstico realizado, foi da ausência de uma rotina de limpeza periódica dos reservatórios, tendo em vista remover a camada de lodo que se forma sobre toda superfície interna durante o período de operação, sendo imprescindível a implantação desta rotina para todos os reservatórios.

Se por ocasião das revisões do PMSB, observe-se mudança nas projeções populacionais utilizadas para a elaboração deste cenário, será necessário estudar se haverá necessidade de expansão da capacidade de reservação aqui identificadas.

4.3.4 Estação elevatória de água tratada

Foi diagnosticada que o sistema de bombeamento da cidade é composto por seis estações elevatórias de água tratada, EB01, EB02, EB07, EB03, EB05 e EB06 que possuem capacidade instalada de recalcar uma vazão de 1.629 m³/h, 1.529 m³/h, 327m³/h, 566 m³/h, 353 m³/h e 353 m³/h, respectivamente. Tais capacidades são suficientes para atender as demandas das economias ligadas ao sistema que demandam abastecimento a partir desse bombeamento.

Para os sistemas atuais que não fazem uso de estação elevatória, sendo a água distribuída por gravidade, foram diagnosticadas com apoio do levantamento técnico e da contribuição social, regiões de baixa pressão, nas quais existe a necessidade de implantação de manobras para abastecimento, aumentando com isso a intermitência do abastecimento. É necessário, portanto, a previsão de elaboração de estudo com análise hidráulica do sistema, para que sejam prospectadas soluções (bombeamento, elevação da cota do reservatório, alteração do diâmetro da rede, etc).

4.3.5 Produção de água tratada

Para realizar estudo das demandas de água para cada sistema de abastecimento em operação no Município de Monte das Gameleiras, é necessário estimar a vazão demandada, a partir da seguinte equação:

$$Q = \frac{K_1 \times P \times q}{86.400} + Q_{esp} \quad (14)$$

Em que:

Q = vazão (L/s);

K1 = coeficiente do dia de maior consumo (1,2);

P = população da área abastecida (hab);

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

Q_{esp} = vazão singular, por exemplo, grandes consumidores (indústrias, comércios, etc) (L/s);

86.400 = fator de conversão de dia para segundo.

Para os sistemas que possuam Estação de Tratamento de Água instalado, com tipo de tratamento que demande consumo de água para sua operação e manutenção, deve ser adicionado o consumo de água na ETA, que deve ser considerado 5% da vazão demandada. Para os sistemas que fazer uso de dessalinizador, é necessário considerar adicionar a vazão demandada 60% referente ao rejeito produzido pelo sistema.

Considerando-se o planejamento voltado ao atendimento universalizado para toda a área do município a **Tabela 4.20** e a **Tabela 4.21** apresentam as demandas de água a ser captada e



tratada para abastecimento da população do Município de Monte das Gameleiras. Vale ressaltar que para a zona rural não foi identificado volumes produzidos, logo a capacidade instalada não pôde ser calculada.



Tabela 4.20 - Demanda de água em função do crescimento natural da população urbana e universalização do serviço de abastecimento de água.

ANO	POPULAÇÃO URBANA					
	SEDE					
	Consumo per capita (L/hab.dia)	120	K1	1,2	Qesp (L/s)	0,0
	População (hab)	Perdas na distribuição (%)	Q (L/s)	Capacidade Instalada (L/s)	Superávit (+) / Déficit (-)	
2018	1153	33%	1.9217	2.75	0.831	
2019	1143	29%	1.905	2.75	0.848	
2020	1133	25%	1.889	2.75	0.864	
2021	1124	25%	1.873	2.75	0.880	
2022	1115	25%	1.858	2.75	0.895	
2023	1106	25%	1.844	2.75	0.909	
2024	1098	25%	1.830	2.75	0.923	
2025	1090	25%	1.816	2.75	0.937	
2026	1082	25%	1.804	2.75	0.949	
2027	1075	25%	1.791	2.75	0.962	
2028	1068	25%	1.780	2.75	0.973	
2029	1061	25%	1.769	2.75	0.984	
2030	1055	25%	1.759	2.75	0.994	
2031	1050	25%	1.751	2.75	1.002	
2032	1046	25%	1.743	2.75	1.010	
2033	1042	25%	1.737	2.75	1.016	
2034	1039	25%	1.732	2.75	1.021	
2035	1036	25%	1.727	2.75	1.026	
2036	1034	25%	1.724	2.75	1.029	
2037	1033	25%	1.722	2.75	1.031	
2038	1032	25%	1.720	2.75	1.033	

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Tabela 4.21 - Demanda de água em considerando a universalização do serviço de abastecimento de água em função da população de saturação da Zona Rural.

POPULAÇÃO RURAL						
Localidade	Consumo per capita (L/hab.dia)	90	K1	1,2	Qesp (L/s)	0,0
	População (hab)	Perdas na distribuição (%)	Q (L/s)	Capacidade Instalada (L/s)	Superávit (+) / Déficit (-)	
AGLOMERADAS	Magalhães	155	15%	0.1940	-	-0.1940
	Macambira	123	15%	0.1538	-	-0.1538
	Guai	20	15%	0.0248	-	-0.0248
	Jucá	33	15%	0.0413	-	-0.0413
	Barauna	26	15%	0.0330	-	-0.0330
	Remigio	6	15%	0.0072	-	-0.0072
DISPERSAS	Cercado Grande	60	15%	0.0753	-	-0.0753
	Pitu Assu	50	15%	0.0619	-	-0.0619
	Mata Fome	29	15%	0.0361	-	-0.0361
	Jacu de Órfã	116	15%	0.1445	-	-0.1445
	Cacimbas	46	15%	0.0578	-	-0.0578
	Serra do Bico	93	15%	0.1166	-	-0.1166
	Tapuia	7	15%	0.0083	-	-0.0083
	Olho d'Água	19	15%	0.0237	-	-0.0237
	Chupador	60	15%	0.0753	-	-0.0753

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Para as localidades onde existem implantados sistema de abastecimento de água com rede de distribuição, deve ser buscada em curto prazo a universalização do serviço, a partir do alcance de capacidade de suprimento da demanda estimada para a população projetada no horizonte de planejamento. Já no que se refere às localidades desprovidas deste tipo de sistema, é necessário ser realizado em prazo imediato estudo de viabilidade técnica e econômica para avaliar a melhor solução, compatível com a realidade local, para atendimento satisfatório da população atualmente desassistida.

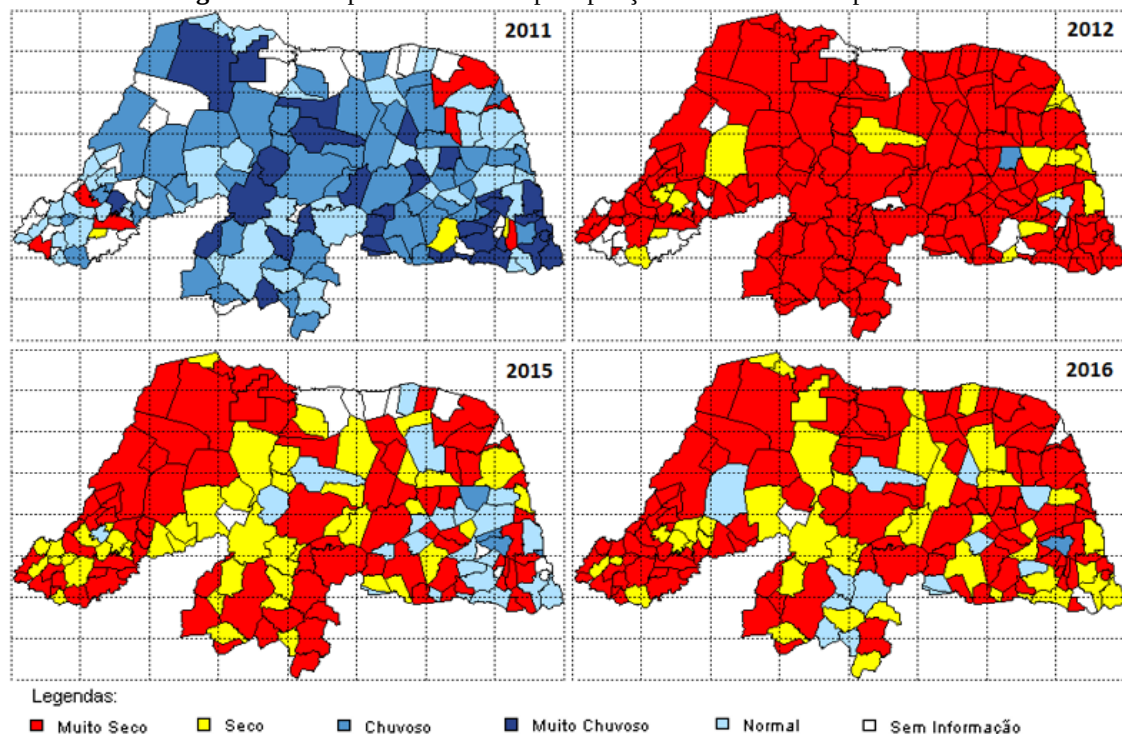
4.3.6 Descrição dos mananciais passíveis de utilização para o abastecimento de água na área de planejamento

A avaliação quanto à capacidade de um manancial atender ao abastecimento de água do município de Monte das Gameleiras deve levar em consideração todos os fatores intervenientes no planejamento estratégico. Primeiramente, se faz necessário que o manancial seja analisado e classificado de acordo com as classes próprias para o consumo especificado na resolução CONAMA 357/2005 e que seja avaliada a possibilidade de realização do tratamento de acordo

com sua classe. Outro aspecto relevante se refere à vazão mínima do manancial para que se possa atender satisfatoriamente à demanda requerida.

Dos 167 municípios do Estado do Rio Grande do Norte, 153 possuem o sistema de abastecimento de água da sede gerido pela CAERN, e dos 153 municípios, aproximadamente 70% dos sistemas são integrados. Desta forma, é importante que a discussão relativa ao planejamento das alternativas de mananciais para o abastecimento de água seja realizada a nível estadual, considerando que existe a possibilidade de integração de novos sistemas que se encontram atualmente isolados. Além disso, é preciso avaliar alternativas individuais para que se possa elevar o nível de segurança hídrica para a convivência com a seca, considerando que 90% do Estado se encontra em regiões semiáridas e que, segundo informações do plano emergencial de segurança hídrica realizado pela coordenadoria estadual de proteção e defesa civil, a situação de anormalidade hídrica do Estado no ano de 2015 atingia 153 municípios. Como a situação de seca se prolonga até o momento, acredita-se que o número de municípios com anormalidade hídrica seja superior ao de 2015, a **Figura 4.9** apresenta o mapa com a situação da precipitação anual dos municípios do Rio Grande do Norte nos anos de 2011, 2012, 2015 e 2016.

Figura 4.9 - Mapas de análise da precipitação anual dos municípios do RN.



Fonte: Adaptado de EMPARN, 2017.

A **Tabela 4.22** apresenta os valores de precipitação média anual dos anos de 1963 a 2010 e o valor total anual dos últimos anos do município de Monte das Gameleiras. Com isso é

notório que a situação de baixas precipitações impacte diretamente na disponibilidade de água para o abastecimento.

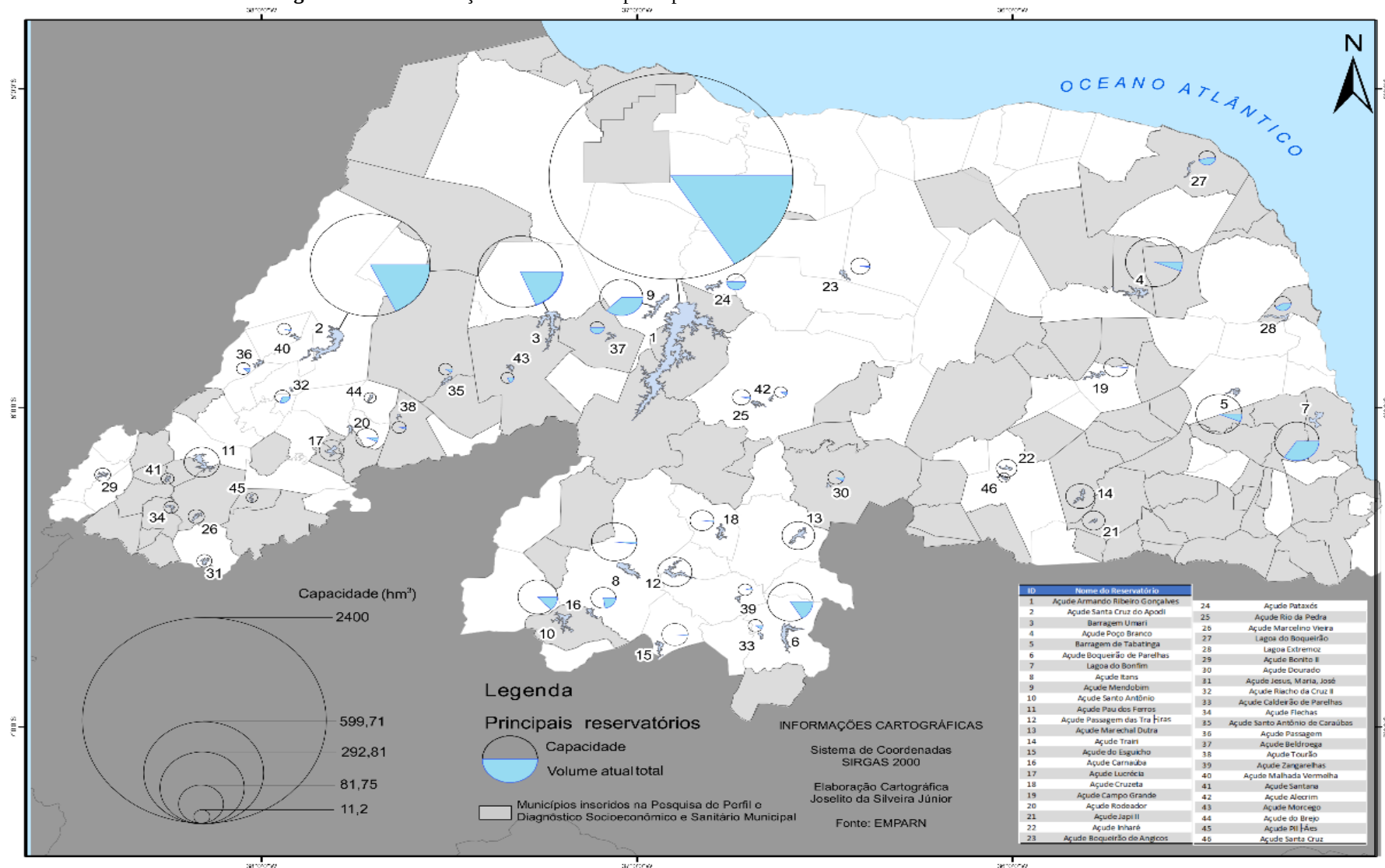
Tabela 4.22 - Dados de precipitação do município de Monte das Gameleiras.

Precipitação média anual (1963 – 2010)	Precipitação anual (mm)							
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
	910,70	284,0	451,80	455,20	514,90	350,0	390,4	457,0

Fonte: Adaptado de EMPARN, 2019.

Conforme o cenário apresentado percebe-se que a questão referente ao planejamento necessita levar em consideração as incertezas pluviométricas as quais a região semiárida está susceptível. Dos 47 mananciais públicos do Rio Grande Norte com volume acima de 5 milhões de metros cúbicos, a reserva existente no ano de 2015 correspondia a apenas 20% do total da capacidade (COORDENADORIA ESTADUAL DE PROTEÇÃO DE DEFESA CIVIL, 2015). Em agosto de 2017, segundo relatório do IGARN, a reserva percentual foi de 23,4% dos 47 reservatórios vistoriados do Rio Grande do Norte. A **Figura 4.10** apresenta o mapa dos principais reservatórios utilizados no abastecimento de água do Estado e seus respectivos volumes.

Figura 4.10 - Localização e volumes dos principais reservatórios do Estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: Rodrigues, 2017.

Quanto aos aspectos qualitativos, os valores de precipitação têm um impacto direto na qualidade das águas dos mananciais, dado que em regiões semiáridas os valores de precipitação anual são bem inferiores aos valores médios de evapotranspiração, que podem chegar a valores superiores a 2.000 mm por ano, com isso ocorre a concentração de sais e nutrientes, dificultando o tratamento da água.

Um dos parâmetros utilizados para avaliação da qualidade da água bruta para tratamento é o IQA (índice de qualidade das águas). Segundo o portal da qualidade das águas da ANA, o índice é determinado pelo produto ponderado dos seguintes parâmetros de caracterização das águas: Oxigênio dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20}), Coliformes Termotolerantes, Temperatura, pH, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Turbidez e Sólidos Totais. O índice possui um valor de 0 a 100, sendo que quanto maior o seu valor, melhor é a qualidade da água. Outro índice importante na avaliação da qualidade da água é o IET (índice de estado trófico), este traduz a contaminação existente na água avaliando-a quanto ao enriquecimento de nutrientes, os valores do IET baixos significam que as concentrações de nutrientes são insignificantes e que não há prejuízos aos usos da água.

A **Tabela 4.23** apresenta os valores e as classificações dos principais mananciais utilizados no abastecimento de água do Estado do Rio Grande do Norte segundo os dados divulgados do monitoramento do ano de 2012 pelo programa água azul do Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte (IGARN).

Tabela 4.23 - Valores dos índices de qualidade da água e do estado trófico dos principais mananciais do RN.

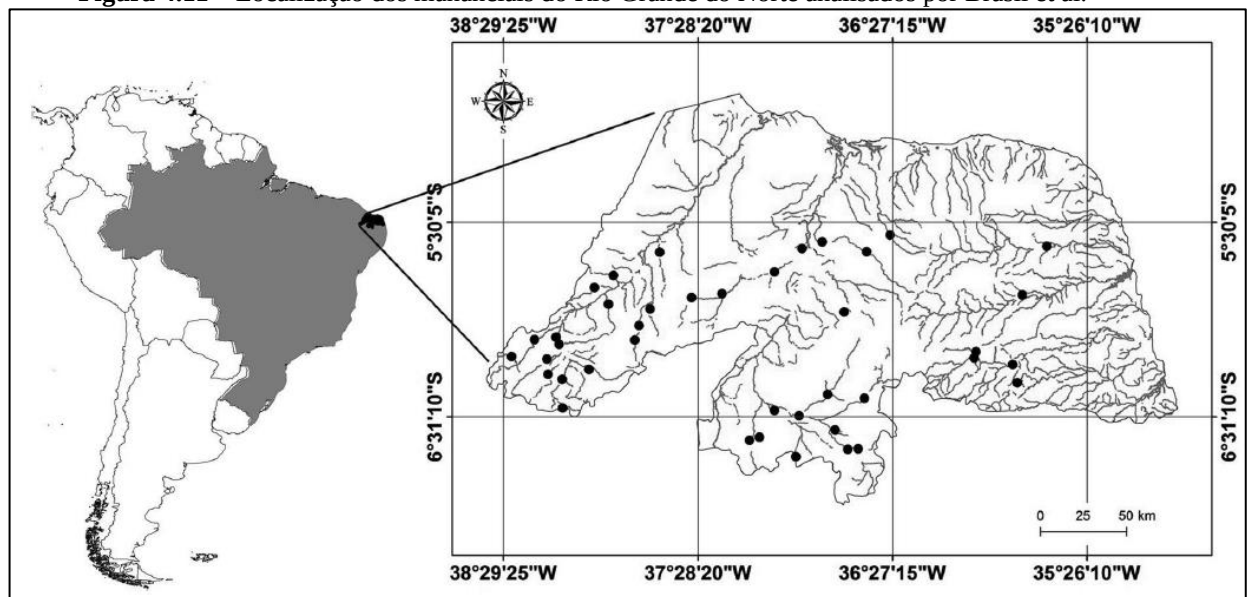
Manancial	Indicadores de qualidade			
	IQA		IET	
Barragem Armando Ribeiro Gonçalves (Itajá)	82,39	Bom	58,05	Mesotrófico
Barragem Armando Ribeiro Gonçalves (S. Rafael)	87,05	Bom	60,15	Eutrófico
Lagoa do Bonfim	79,84	Bom	53,41	Mesotrófico
Barragem Pau dos Ferros	66,50	Médio	73,70	Hipereutrófico
Barragem Santa Cruz do Apodi	85,23	Bom	69,70	Hipereutrófico
Rio Piquiri	65,31	Médio	53,69	Mesotrófico
Açude Gargalheiras	73,15	Bom	67,39	Hipereutrófico
Açude Riacho da Cruz	82,34	Bom	59,50	Eutrófico
Açude Itans	71,30	Bom	56,60	Mesotrófico
Barragem Umari	84,32	Bom	58,20	Mesotrófico
Açude Poço Branco	62,76	Médio	66,79	Supereutrófico
Açude Boqueirão de Parelhas	77,54	Bom	57,94	Mesotrófico
Açude Santo Antônio	74,46	Bom	67,80	Hipereutrófico
Açude passagem das Traíras	63,04	Médio	62,81	Eutrófico
Açude Trairí	54,51	Médio	58,81	Mesotrófico
Açude Carnaúba	62,25	Médio	46,92	Ultraoligotrófico
Açude Lucrécia	74,02	Bom	70,30	Hipereutrófico
Açude Cruzeta	78,54	Bom	57,33	Mesotrófico
Açude Campo Grande	52,60	Médio	70,78	Hipereutrófico
Açude Rodeador	82,08	Bom	68,40	Hipereutrófico
Açude Japi II	53,84	Médio	60,18	Eutrófico
Açude Inharé	56,34	Médio	69,15	Hipereutrófico
Açude Boqueirão de Angicos	75,31	Bom	67,15	Hipereutrófico
Açude Pataxós	82,79	Bom	56,94	Mesotrófico
Açude Rio da Pedra	80,45	Bom	58,06	Mesotrófico
Açude Marcelino Vieira	68,22	Médio	73,20	Hipereutrófico
Lagoa do Boqueirão	66,24	Médio	59,37	Eutrófico
Lagoa de Extremoz	69,96	Médio	63,55	Supereutrófico
Açude Bonito II	59,79	Médio	66,50	Supereutrófico
Açude Dourado	76,93	Bom	62,72	Eutrófico
Açude Maria, Jesus e José	59,50	Médio	56,00	Mesotrófico
Açude Caldeirão de Parelhas	61,53	Médio	69,65	Hipereutrófico
Açude Passagem	74,70	Bom	54,20	Mesotrófico
Açude Beldroega	85,67	Bom	56,63	Mesotrófico
Açude Tourão	67,04	Médio	73,60	Hipereutrófico
Açude Malhada Vermelha	61,03	Médio	76,40	Hipereutrófico
Açude Santana	74,26	Bom	66,30	Supereutrófico
Açude Morcego	78,80	Bom	62,40	Eutrófico
Açude Brejo	61,03	Médio	76,50	Hipereutrófico

Fonte: IGARN, 2012.

Conforme verificado na **Tabela 4.23**, quanto ao IQA, os mananciais estão nas faixas classificadas como bom ou médio, quanto ao IET, aproximadamente 65% dos mananciais se encontram eutrofizados (eutrófico, hipereutrófico ou supereutrófico), isso demonstra que existe um nível elevado de matéria orgânica e nutrientes, tornando evidente a necessidade de utilização de medidas que possibilitem a redução no nível de poluição dos mananciais. Outro fator relevante é que o monitoramento foi feito no ano de 2012, ano inicial do período de estiagem conforme apresentado anteriormente. Após 5 anos de estiagem, é provável que a porcentagem de mananciais eutrofizados seja bem superior a 65%.

Brasil et al. (2016) avaliou o estado trófico de 40 mananciais utilizados no abastecimento de água no Rio Grande do Norte e concluiu que com relação ao teor de fósforo, todos os mananciais estão eutrofizados, quanto ao teor de nitrogênio, a porcentagem é 95% e, quanto ao teor de clorofila, 98% estão eutrofizados. A **Figura 4.11** apresenta a localização dos mananciais analisados.

Figura 4.11 – Localização dos mananciais do Rio Grande do Norte analisados por Brasil et al.



Fonte: Brasil et al, 2016.

A **Tabela 4.24** apresenta os valores dos parâmetros cloretos, nitrato, nitrito, sólidos dissolvidos totais, sulfatos, pH e turbidez analisados e disponibilizados pela CAERN (2017) dos principais mananciais utilizados para abastecimento de água do Rio Grande do Norte, esses dados são referentes à última coleta realizada. Os valores foram comparados com os limites estabelecidos para que a água possa ser considerada própria para o abastecimento humano após tratamento, segundo a resolução CONAMA 357/2005. De acordo com os parâmetros analisados e com o universo amostral apresentado na **Tabela 4.24**, os mananciais açude flecha, açude Marcelino Vieira, açude Lucrécia, barragem Armando Ribeiro Gonçalves (entrada da ETA,



EB1 e captação para ETA Serra de Santana), açude Santo Antônio e açude Gargalheiras não podem ser considerados como próprios para o abastecimento de água, tendo sua funcionalidade limitada à navegação e harmonia paisagística.

Tabela 4.24 – Valores de análise da qualidade da água bruta dos principais mananciais utilizados para abastecimento de água no RN.

Manancial	Ponto de coleta	Cidade de coleta	Data da coleta	Cloretos (mg/L Cl-)	Nitrato (mg/L N)	Nitrito (mg/L N)	Sól. Totais Dissolvidos (mg/L)	Sulfatos (mg/L SO ₄ --)	Ph	Turbidez (uT)
				250 ⁽¹⁾	10	1	500	250	6 A 9	100
Lagoa do Bonfim	Captação da Lagoa	Nísia Floresta/RN	22/03/2017	37,32	0,11	<0,01 (*)	80,50	4,97	6,31	3,41
Açude Vertente	Captação do Açude	Jundiá/RN	23/03/2017	22,75	1,17	<0,01 (*)	38,8	<1,0 (*)	7,75	5,12
Açude Público	Captação do Açude	Cuité Dist. Pedro Velho/RN	22/03/2017	48,84	1,51	<0,01 (*)	88,5	<1,0 (*)	6,68	10,5
Rio Piquiri	Captação do Rio	Pedro Velho/RN	22/03/2017	13,09	0,73	<0,01 (*)	28,4	<1,0 (*)	6,57	6,65
Riacho de Pedras	Captação do Riacho	Espírito Santo/RN	30/09/2015	25,12	0,53	<0,01 (*)	48,1	3,39	7,52	1,8
Riacho do Una	Captação do Riacho	Espírito Santo/RN	30/09/2015	20,58	0,74	< 0,01 (*)	39,3	4,56	6,6	0,1
Rio Timbó	Captação do Rio	Espírito Santo/RN	30/09/2015	25,72	0,9	<0,01 (*)	50,7	4,18	7,05	0,1
Rio do Salto	Captação do Rio	Espírito Santo/RN	30/09/2015	26,69	0,59	<0,01 (*)	53,7	5,23	7,11	0,1
Açude Encanto	Captação do Açude	Encanto/RN	21/11/2016	29,85	1,05	<0,01 (*)	121,8	< 1 (*)	8,1	13,5
Barragem Santa Cruz	Captação no Açude	Apodi/RN	07/11/2016	70,97	0,46	<0,01 (*)	182,2	<1 (*)	5,9	0,1
Açude Flecha	Captação do Açude	José da Penha/RN	16/05/2016	305,68 ⁽²⁾	4,24	<0,01 (*)	642,4 ⁽²⁾	<1 (*)	8,1	46,6
Açude Marcelino Vieira	Captação do Açude	Marcelino Vieira/RN	10/11/2015	398,96 ⁽²⁾	6,38	<0,01 (*)	833,5 ⁽²⁾	66,96	8,6	218 ⁽²⁾
Açude Lauro Maia	Entrada da ETA	Almino Afonso/RN	23/11/2015	74,94	2,22	<0,01 (*)	251,1	9,65	8,2	48,9
Açude Porção	Captação do Açude	Serrinha do Canto Dist. Serrinha dos Pintos/RN	16/05/2016	138,94	0,82	<0,01 (*)	226,3	<1,0 (*)	8,7	1,83
Açude Camarões	Captação do Açude	Serrinha dos Pintos/RN	23/06/2015	43,51	0,72	0,01	144,8	2,63	8,2	13,7
Açude Lucrécia	Captação do Açude	Lucrécia/RN	22/06/2015	269,3 ⁽²⁾	3,81	<0,01 (*)	617,5	13,86	9	165 ⁽²⁾
Lagoa do Bonfim/AD. Monsenhor Expedito	Rede de distribuição - Escritório da CAERN	São Pedro/RN	10/01/2017	30,77	1,25	<0,01 (*)	64,3	4,69	6,05	0,96
Lagoa do Bonfim/AD. Monsenhor Expedito	Saída do Reservatório - Escritório da CAERN	São Tomé/RN	10/01/2017	38,19	1,27	<0,01 (*)	73,5	4,69	6,08	1,81
Barragem Armando Ribeiro Gonçalves	Captação - Canal do Pataxó	Itajá/RN	18/01/2017	69,78	1,03	0,01	211,3	2,55	7,22	13



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB
Prospectiva e Planejamento Estratégico

123



Manancial	Ponto de coleta	Cidade de coleta	Data da coleta	Cloretos (mg/L Cl ⁻)	Nitrato (mg/L N)	Nitrito (mg/L N)	Sól. Totais Dissolvidos (mg/L)	Sulfatos (mg/L SO ₄ ⁻⁻)	Ph	Turbidez (uT)
				250 ⁽¹⁾	10	1	500	250	6 A 9	100
Barragem Armando Ribeiro Gonçalves/AD. Médio oeste	Entrada da EB1 - Médio Oeste	Jucurutu/RN	25/04/2017	24,6	1,37	<0,01 (*)	88,5	<1,0 (*)	7,33	9,27
Barragem Armando Ribeiro Gonçalves/AD. Médio oeste	Entrada da ETA Médio Oeste	Jucurutu/RN	26/04/2017	24,8	1,31	<0,01 (*)	101	<1,0 (*)	7,03	10,2
Barragem Armando Ribeiro Gonçalves /Canal Pataxó	Captação no canal Pataxó	São Rafael/RN	13/12/2016	75,56	1,68	0,02	235,3	3,14	7,77	42,6
Barragem Armando Ribeiro Gonçalves	Entrada da ETA EB1 - Serra de Santana/ETA Local	Jucurutu/RN	13/02/2017	80,97	3,29	0,17	227,3	33,07	9	531 ⁽²⁾
Barragem Armando Ribeiro Gonçalves	Captação para ETA Serra de Santana	Jucurutu/RN	01/08/2016	39,3	2,04	0,06	133,8	<1,0 (*)	8	176 ⁽²⁾
Açude Beldroega	Açude	Paraú/RN	01/06/2015	66,69	1,26	<0,01 (*)	195,8	3,04	7,17	4,05
Açude Santo Antônio	Entrada da ETA	São João do Sabugi/RN	20/02/2017	5,9	2,41	<0,01 (*)	28,1	<1,0 (*)	7,1	477 ⁽²⁾
Rio Piranhas	Captação do Rio	Jardim de Piranhas/RN	06/02/2017	54,26	1,21	<0,01 (*)	172,3	3,1	7,2	7,37
Açude Mamão	Entrada da ETA	Equador/RN	07/02/2017	69,73	0,89	<0,01 (*)	188,2	3,93	9,5 ⁽²⁾	37,35
Açude São Fernando	Captação do Açude	São Fernando/RN	02/08/2016	42,86	2,15	<0,01 (*)	133,4	<1,0 (*)	8,5	41
Açude Dourado	Captação do Açude	Currais Novos/RN	06/02/2017	75,54	1,3	<0,01 (*)	212,3	3,86	7,7	93,2
Açude Vida Nova	Captação do Açude	Timbaúba dos Batistas/RN	13/02/2017	27,23	2,21	<0,01 (*)	145,2	1,38	9	33,2
Açude Gargalheiras	Captação do Açude	Acari/RN	04/08/2015	953,91 ⁽²⁾	0,76	<0,01 (*)	1617 ⁽²⁾	7,89	8,3	81,1

Fonte: CAERN, 2017.

Nota: (1) Valores limites para classificação como água destinada para abastecimento humano após tratamento de acordo com a resolução CONAMA 357/2005. (2) Valores fora do limite permitido. (*) Menor que o limite de detecção.

4.3.7 Definição das alternativas de manancial para atender a área de planejamento

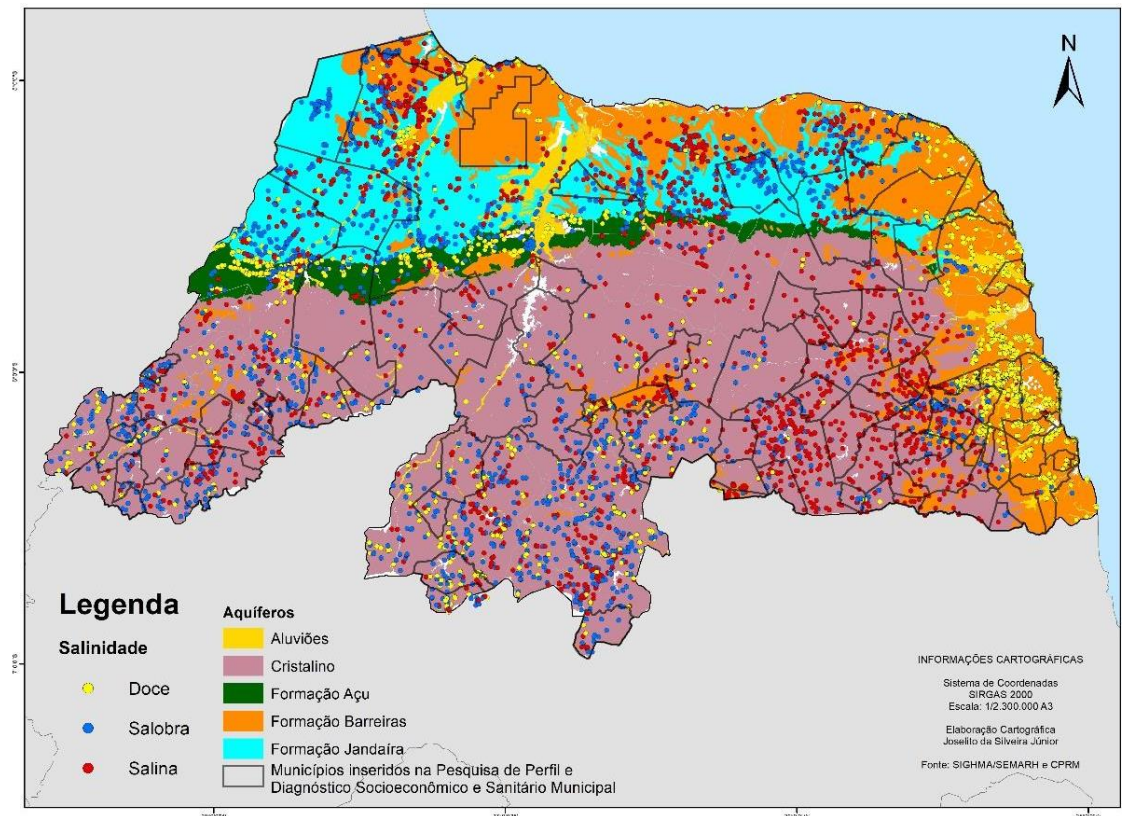
Conforme a Lei 9.433/1997 a gestão sistemática dos recursos hídricos precisa ser realizada sem que haja a dissociação dos aspectos quantitativos e qualitativos. O manancial utilizado pelo sistema de abastecimento de água do município de Monte das Gameleiras é a Lagoa do Bonfim além da captação subterrânea na mesma região e nas proximidades do Riacho Boa Cica. Porém, se faz necessário que haja a análise de alternativas para que se possa aumentar o grau de segurança hídrica do município. Conforme apresentado no item anterior, grande parte dos mananciais se encontra com sua capacidade exaurida pelos baixos índices pluviométricos, o que torna necessário a adoção de fontes alternativas para o abastecimento de água e a utilização de sistemas adutores emergenciais. As alternativas utilizadas no período de seca servem como parâmetros para que se possa aprimorar as alternativas e planejar as estratégias de combate aos possíveis eventos de emergências.

Considerando que não se registra para o Estado do Rio Grande do Norte as vazões outorgáveis dos mananciais dentro do seu território, e compatibilizando as análises de classificação dos referidos mananciais quanto sua qualidade para uso potável da água, pode-se observar como possíveis mananciais para abastecimento do município Monte das Gameleiras os Açudes Japi II, Açude Trairí, Açude Santa Cruz e Açude Inharé, tendo em vista suas respectivas localizações em relação a sede do município. Contudo, se faz necessário realizar estudos detalhados para atestar a viabilidade técnica e econômica para tanto.

Diante do exposto, pode-se optar também pela exploração das águas subterrâneas, desde que o município disponha dessa reserva e a água bruta seja submetida ao tratamento adequado para sua potabilização. Considerando que o município de Monte das Gameleiras se encontra em uma região de aquífero cristalino, conforme apresentado na **Figura 4.12**, que é de difícil recarga e possui águas de baixa qualidade, ou seja, com característica salina, imprópria para consumo humano, é inviável sua inclusão como fonte complementar para suprimento humano. Para tanto é necessário realizar estudo para que se obtenham resultados mais conclusivos a esse respeito.

De acordo com a população prospectada no horizonte de planejamento de 20 anos, temos que para o atendimento da população de 1996 pessoas, se faz necessário a captação de 259 m³/dia, sendo necessário a realização de estudo para saber se os mananciais em questão possui vazão mínima suficiente para o atendimento desta demanda em situações de normalidade dos índices de precipitação.

Figura 4.12 - Mapa de aquíferos, poços e salinidade do Estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: Rodrigues, 2017

Além da avaliação das possibilidades de abastecimento, é importante que haja valores diferenciados quanto à tarifação do serviço de abastecimento de água conforme a complexidade existente no atendimento ao serviço. Quanto mais distante o manancial e quanto maior a criticidade da escassez hídrica, maior deve ser a tarifa cobrada.

Na busca das possíveis soluções para o abastecimento de água da zona rural e áreas especiais é preciso realizar o levantamento de todos os mananciais próximos e que seja avaliado a viabilidade de tratamento e distribuição sabendo-se que, usualmente, existe um espaçamento considerável entre as residências. Outra possibilidade de sanar esse problema é através da implementação de políticas públicas que sejam voltadas para o abastecimento de água de pequenas comunidades, visando a perfuração de poços (com ou sem o uso de dessalinizadores), construção de barreiros, açudes, barragens subterrâneas e a implementação de novas cisternas.

Um aspecto que merece ser levado em consideração no planejamento do abastecimento de água da zona rural e das áreas especiais é que, usualmente, a população que reside nessa região tem bem definido e pratica constantemente a subdivisão no que se refere ao uso e à qualidade da água, desta forma, as residências fazem a separação da água a ser utilizada de acordo com sua qualidade, utilizando a água de melhor qualidade para beber e cozinhar e deixando as demais fontes menos seguras para os usos menos nobres. O problema quanto ao abastecimento



de água potável segura para essa população foi parcialmente sanado com o acesso à programas de construção de cisternas, fornecendo uma tecnologia simples e que atende aos usos mais nobres da água. Com relação aos usos que não exigem que a água seja de ótima qualidade (irrigação, atividades domésticas, higiene pessoal) tem-se utilizado água de barreiros, açudes, água de poço (salobra), dentre outros. Por isso, é imprescindível que seja levantada qual a carência exata de cada comunidade em relação às diversas demandas e a qualidade adequada para cada uso. Além disso a comunidade deve ser incluída em todas as discussões para que se possa adotar a solução mais viável do ponto de vista técnico, econômico e social.

4.3.8 Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada

Para universalização da prestação do serviço de abastecimento de água é necessário a garantia de fornecimento de água em quantidade de qualidade satisfatórias para a população de toda a área municipal. É clara a distinção de realidade da zona urbana do município e da zona rural e áreas especiais, deste modo é necessário que estudos distintos sejam realizados para o atendimento das necessidades identificadas no Diagnóstico técnico-Participativo.

De acordo com os estudos realizados nos tópicos anteriores, recomendam-se as intervenções listadas na **Tabela 4.25**, **Tabela 4.26** e na **Tabela 4.27**

Tabela 4.25 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Urbana.

Zona Urbana			
Componente do Sistema de abastecimento de água	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Ligações de água	2021 – 356 ligações 2027 – 362 ligações 2033 – 368 ligações 2038 – 373 ligações	1. Reduzir o déficit de ligação; 2. Ampliar a micromedicação; 3. Prever a substituição dos hidrômetros instalados; 4. Atualizar o cadastro comercial do SAA.	
Rede de distribuição	2021 – 4,28 km de rede 2027 – 4,35 km de rede 2033 – 4,42 km de rede 2038 – 4,48 km de rede	1. Ampliar a rede de distribuição; 2. Elaborar/Realizar o cadastro técnico das redes; 3. Adequar as redes já existentes; 4. Definir a setorização do abastecimento.	
Reservação	2021 – 150 m³ 2027 – 150 m³ 2033 – 150 m³ 2038 – 150 m³	1. Adotar macromedidores nos reservatórios; 2. Avaliar a estrutura física do reservatório; 3. Adotar uma rotina de limpeza nos reservatórios;	
Estação elevatória de água tratada	-	1. Elaborar estudo de análise hidráulica do sistema para que sejam definidas soluções (bombeamento, elevação da cota do reservatório, alteração do diâmetro da rede etc.).	
Produção de água tratada	2021 – 1,87 L/s 2027 – 1,79 L/s 2033 – 1,73 L/s 2038 – 1,72 L/s	1. Alcançar a demanda projetada no horizonte de planejamento; 2. Elaborar estudo de viabilidade técnica e econômica para atendimento da população desassistida	
Definição de alternativas de mananciais	-	1. Avaliar as possibilidades de mananciais alternativos próximos ao município	
Qualidade da Água	1. Controle da qualidade da água	1. Equipar a vigilância sanitária existente.	

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Tabela 4.26 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural e Áreas Especiais, comunidades com sistemas de abastecimento por redes de distribuição da CAERN.

Zona Rural e Áreas Especiais - Comunidades Rurais com abastecimento por rede de distribuição da CAERN			
Componente do Sistema de abastecimento de água	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Ligações de água	Sistema de abastecimento realizado pela CAERN	1. Estudo de viabilidade técnica e econômica de sistema para atendimento das demandas.	
Rede de distribuição	-	1. Estudo de viabilidade técnica e econômica de sistema para atendimento das demandas.	
Reservação	-	1. Aumento da capacidade de reservação de água através da construção de reservatórios	
Estação elevatória de água tratada	-	1. Estudo de viabilidade técnica e econômica de sistema para atendimento das demandas.	
Produção de água tratada	-	1. Elaborar estudo de viabilidade técnica e econômica para atendimento da população desassistida.	
Definição de alternativas de mananciais	-	1. Avaliar as possibilidades de mananciais alternativos próximos ao município.	

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Tabela 4.27 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural e Áreas Especiais, comunidades com sistemas de abastecimento por sistema individual.

Zona Rural e Áreas Especiais - Comunidades Rurais com abastecimento por sistemas individuais			
Componente do Sistema de abastecimento de água	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Ligações de água	-	1. Estudo de viabilidade técnica e econômica de sistema para atendimento das demandas.	
Rede de distribuição	-	1. Estudo de viabilidade técnica e econômica de sistema para atendimento das demandas.	
Reservação	-	1. Aumento da capacidade de reservação de água através da construção de reservatórios	
Estação elevatória de água tratada	-	1. Estudo de viabilidade técnica e econômica de sistema para atendimento das demandas.	
Produção de água tratada	-	1. Elaborar estudo de viabilidade técnica e econômica para atendimento da população desassistida.	
Definição de alternativas de mananciais	-	1. Avaliar as possibilidades de mananciais alternativos próximos ao município.	

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

4.3.9 Previsão de eventos de emergência e contingência

Quando se avalia os sistemas de abastecimento de água do Município de Monte das Gameleiras é necessário refletir sobre os possíveis eventos que possam demandar ações de emergência e contingência, uma vez que ameacem a continuidade dos processos e atendimento dos serviços de abastecimento de água existentes. Com a identificação desses eventos é possível planejar ações que sejam capazes de acelerar a retomada e a normalidade em caso de sinistros de qualquer natureza relativa aos serviços de abastecimento de água.

Na **Tabela 4.28** apresentam-se os principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de abastecimento de água.

Tabela 4.28 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de abastecimento de água.

Evento	Origem Possível
Interrupção do fornecimento de água	1. Colapso do sistema devido à estiagem prolongada; 2. Colapso do sistema devido a consumo excedente à demanda média diária em função de eventos temporários; 3. Precipitações intensas 4. Enchentes 5. Incêndio 6. Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de produção de água; 7. Qualidade inadequada da água dos mananciais; 8. Rompimento de redes e linhas de adutoras de água tratada; 9. Equipamento eletromecânico/estrutura danificada; 10. Greve 11. Sabotagem 12. Acidente ambiental 13. Depredação
Acidente na operação e manutenção do sistema	1. Vazamento de produtos químicos nas instalações do sistema 2. Acidente de trabalho na operação e manutenção do sistema

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

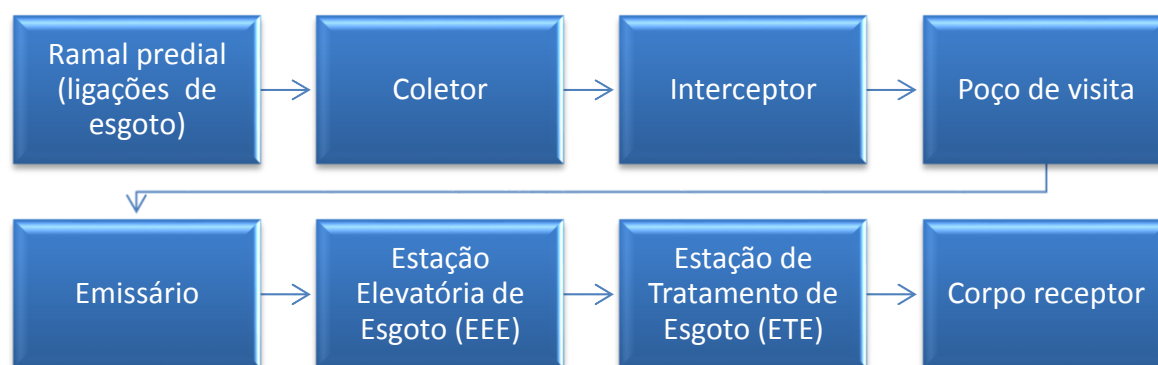
4.4 INFRAESTRUTURA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Os sistemas de esgotamento sanitário (SES) são considerados importantes sob diversos aspectos, entre os quais podem ser relacionados os de caráter sanitário, em que se destacam a coleta e remoção rápida e segura das águas residuárias, a eliminação da poluição do solo, a disposição sanitária e tratamento adequado dos efluentes, a melhoria das condições sanitárias locais, a conservação dos recursos naturais; os de caráter social a partir da eliminação de odores e melhoria de aspectos estéticos, drenagem de terrenos e áreas alagadas, prevenção do desconforto e de acidentes, uso dos cursos d'água para recreação e esporte; e sob o ponto de vista econômico tem-se o aumento da vida eficiente, com acréscimo da renda “*per capita*”, através do aumento da produtividade e da vida média provável, a implantação e desenvolvimento de indústrias, a conservação de recursos naturais; e a valorização das terras e propriedades.

Nesse sentido, o SES representa o conjunto de elementos que tem por finalidade a coleta, o tratamento e a disposição final adequada, tanto do esgoto coletado quanto do lodo gerado. Quanto à tipologia do sistema, os SES são classificados em Sistemas Unitários e Sistemas Separadores Absolutos. Os Sistemas Unitários consistem na coleta de águas residuárias, águas pluviais e águas de infiltração em uma única canalização. Esses sistemas apresentam algumas desvantagens e inconvenientes, quais sejam: exigência de condutos com seções relativamente grandes; investimentos maciços simultâneos e elevados; e dificuldade no controle da poluição das águas do corpo receptor.

Já o Sistema Separador Absoluto compreende dois sistemas distintos de canalizações: Um para águas residuárias (e águas de infiltração) e outro exclusivamente para águas pluviais. Este sistema é largamente adotado no Brasil e suas partes constituintes são apresentadas na **Figura 4.13**.

Figura 4.13 – Componentes constituintes de um Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)



Fonte: Equipe de apoio técnico da UFRN, 2018.

O SES no município de Monte das Gameleiras ainda é bastante deficitário, uma vez que apenas 65% da sede do município dispõe de rede coletora de esgoto, e ainda predomina-se o sistema de esgotamento individual caracterizado por fossas sépticas e sumidouros, fossas negras ou rudimentares. Além disso, há o lançamento constante de águas residuárias em vias públicas e nas sarjetas e, conseqüentemente, nos corpos hídricos.

O sistema de esgotamento é de responsabilidade da Prefeitura, a qual tem interesse de concessão dos serviços, no entanto não existem estudos suficientes para analisar a viabilidade dessa concessão.

4.4.1 Projeção da vazão anual de esgotos ao longo dos próximos 20 anos para toda a área de planejamento

As necessidades futuras de implantação dos componentes do sistema de esgotamento sanitário foram identificadas a partir dos dados referentes ao levantamento e diagnóstico da situação atual, das estimativas populacionais previstas ao longo do período de planejamento, das metas de cobertura fixadas e ainda da definição de parâmetros normatizados e parâmetros de projeção do número de ligações, economias e de extensão de rede.

De maneira geral, a produção de esgotos corresponde aproximadamente ao consumo de água. No entanto, a fração de esgotos que passa pela rede de coleta pode variar devido ao fato de que parte da água consumida pode ser incorporada à rede pluvial, pode haver ligações clandestinas dos esgotos à rede de água de chuva e vice-versa, ou mesmo infiltração (VON SPERLING, 2014).

A fração da água fornecida que adentra a rede de coleta em forma de esgoto é chamada de coeficiente de retorno ($C = \text{vazão de esgotos} / \text{vazão de água}$). Os valores típicos do coeficiente de retorno água/esgoto variam de 40% a 10%, sendo adotado para os cálculos $C = 0,80$ (valor recomendado pela norma NBR 9.649/1986). Destaca-se que a vazão de água a ser considerada é aquela realmente consumida, e não a vazão produzida pelas Estações de Tratamento de Água. As vazões de água produzidas são superiores às consumidas, em virtude das perdas, que variam normalmente numa faixa de 30 a 50% (VON SPERLING, 2014).

Dessa forma, a estimativa da vazão média de esgotos (Q_{med}) foi definida a partir da demanda *per capita* de água consumida de 120 l/hab.dia e o coeficiente de retorno $C = 0,80$.

- Vazão média de esgotos

$$Q_{med} = \frac{P \times q_m \times C}{86400} + Q_{inf} \quad (15)$$

Em que:

Q_{med} : vazão média de esgoto (l/s);

P: população a ser atendida com abastecimento de água;

q_m : consumo *per capita* de água = 120 l/hab.dia;

C: coeficiente de retorno = 0,80;

Q_{inf} : vazão de infiltração.

Considerando que o consumo de água e, consequentemente, a geração de esgotos são variáveis ao longo do tempo, em função de hábitos da população e das variações climáticas, para a concepção de projetos, são utilizados os coeficientes de dia e de hora de maior consumo, K_1 e K_2 , respectivamente, e de hora de menor consumo, K_3 , os quais refletem estas variações extremas no consumo hídrico de um determinado sistema de abastecimento de água.

Estes coeficientes podem ser atendidos e calculados conforme descrição a seguir:

- O coeficiente K_1 é a relação entre o maior consumo diário, verificado no período de um ano, e o consumo médio diário deste mesmo período;
- O coeficiente K_2 é a relação entre a máxima vazão horária e a vazão média diária do dia de maior consumo;
- O coeficiente K_3 é a relação entre a mínima vazão horária e a vazão média diária do dia de maior consumo

Na ausência dos dados necessários ao cálculo dos coeficientes, foram adotados os valores recomendados na bibliografia clássica sobre o assunto e também pela norma NBR 9.649/1986, que são:

- Coeficiente do dia de maior consumo (K_1): 1,20
- Coeficiente da hora de maior consumo (K_2): 1,50
- Coeficiente da hora de menor consumo (K_3): 0,50

Assim, as vazões máxima e mínima de esgoto podem ser dadas pelas equações a seguir:

- Vazão máxima de esgotos

$$Q_{m\acute{a}x} = \frac{P \times K_1 \times K_2 \times q_m \times C}{86400} + Q_{inf} \quad (16)$$

- Vazão mínima de esgotos

$$Q_{m\acute{i}n} = \frac{P \times K_3 \times q_m \times C}{86400} \quad (17)$$

Em que:

$Q_{m\acute{a}x}$: vazão máxima de esgoto (l/s);

$Q_{m\acute{i}n}$: vazão mínima horária de esgoto (l/s);

P: população a ser atendida com abastecimento de água;

K_1 : coeficiente do dia de maior consumo = 1,20;

K_2 : coeficiente da hora de maior consumo = 1,50;

K_3 : coeficiente da hora de menor consumo = 0,50;

q_m : consumo *per capita* de água = 120 l/hab.dia;

C: coeficiente de retorno = 0,80;

Q_{inf} : vazão de infiltração.

A contribuição de infiltração constitui-se de toda água, proveniente do subsolo, indesejável ao sistema e que penetra nas canalizações. A infiltração no sistema de esgotamento sanitário ocorre através de tubos defeituosos, conexões, juntas ou paredes de poços de visita, não sendo computadas as vazões advindas de ligações clandestinas de água de chuva na rede de coleta (VON SPERLING, 2014).

Segundo a NBR 9.649/1986, as taxas de contribuição de infiltração normalmente situam-se na faixa de 0,05 a 1,0 l/s.km de rede coletora, valores que dependem de condições locais tais como o nível da água do lençol freático, natureza do subsolo,

qualidade da execução da rede, material da tubulação e tipo de junta utilizado. Para este Plano fica adotado um coeficiente de infiltração de 0,5 l/s.km.

O município de Monte das Gameleiras, não possui cadastro da rede coletora de esgoto, a qual de acordo com o diagnóstico cobre aproximadamente 65% da sede, e não há dados e informações referentes a extensão dessa rede. Assim, a extensão da rede necessária foi estimada a partir da rede de distribuição de água, sendo adotado um valor de 12 km/ligação. Assim, foi construída a projeção da extensão da rede coletora de esgoto para o horizonte temporal do projeto.

O número de ligações também se encontra em déficit devido à inexistência da rede coletora em 35% da sede municipal, como em todas as comunidades rurais do município e conjuntos e comunidades localizadas dentro do perímetro urbano do município que não dispõe de rede de esgotamento sanitário.

Na estimativa do número de ligações de esgoto considerou-se que a demanda é igual a de ligações de água. Além disso, adotou-se uma estimativa de 50% das ligações de água para o cálculo do número de ligações de esgoto no município, uma vez que parte do município é coberto pela rede. Na **Tabela 4.29** apresenta-se a projeção da extensão da rede coletora de esgoto da sede do município, do déficit da rede e de ligações para o horizonte temporal do projeto.

Para estimar a extensão de rede necessária para ampliação do esgotamento sanitário no Município de Monte das Gameleiras, considerou-se 12 metros de rede/ligação na sede e 30 metros de rede/ligação para as comunidades aglomeradas, conforme estimativa utilizada para projeção da demanda por rede do SAA. Faz-se ainda planejamento de ampliação da cobertura do esgotamento e tratamento sanitário na sede do município em 10% ao ano, do primeiro ao quarto ano, 10% ao ano, a partir do quinto ano até alcançar 100% de cobertura.



Tabela 4.29 – Projeção da extensão de rede coletora de esgoto e número de ligações estimadas para o horizonte de planejamento na sede do município.

ANO	POP. URBANA									
	SEDE									
	Nº atual de ligações (un)	176,5	Extensão Atual da Rede Coletora (km)	2.118	Estimativa de extensão de rede por nº de ligação	12	Cobertura atual (%)	65%		
	Nº de ligações estimadas (un)	Déficit (-) de ligação a cada ano (un)	Extensão da rede coletora a ser instalada (km)	Déficit (-) da rede coletora (km)	Ampliação de atendimento com coleta e tratamento por ano (%)	Cobertura de coleta e tratamento (%)	Ligações a serem instaladas considerando cobertura (un)	Déficit (-) de ligação para atingir a cobertura cada ano (un)	Rede coletora a ser instalada considerando cobertura (km)	Déficit (-) da rede coletora para atingir a cobertura cada ano (km)
2018	353	-176.5	4.236	-2.118	0%	0%	0	176.50	0.00	2.12
2019	354	-1	4.248	-0.012	10%	10%	36	-36.00	0.42	-0.42
2020	355	-1	4.26	-0.012	10%	20%	71	-35.00	0.85	-0.43
2021	356	-1	4.272	-0.012	10%	30%	107	-36.00	1.28	-0.43
2022	357	-1	4.284	-0.012	10%	40%	143	-36.00	1.71	-0.43
2023	358	-1	4.296	-0.012	10%	50%	179	-36.00	2.15	-0.43
2024	359	-1	4.308	-0.012	10%	60%	216	-37.00	2.58	-0.44
2025	360	-1	4.32	-0.012	10%	70%	252	-36.00	3.02	-0.44
2026	361	-1	4.332	-0.012	10%	80%	289	-37.00	3.47	-0.44
2027	362	-1	4.344	-0.012	10%	90%	326	-37.00	3.91	-0.44
2028	363	-1	4.356	-0.012	10%	100%	363	-37.00	4.36	-0.45
2029	364	-1	4.368	-0.012	0%	100%	364	-1.00	4.37	-0.01
2030	365	-1	4.38	-0.012	0%	100%	365	-1.00	4.38	-0.01
2031	366	-1	4.392	-0.012	0%	100%	366	-1.00	4.39	-0.01
2032	367	-1	4.404	-0.012	0%	100%	367	-1.00	4.40	-0.01
2033	368	-1	4.416	-0.012	0%	100%	368	-1.00	4.42	-0.01
2034	369	-1	4.428	-0.012	0%	100%	369	-1.00	4.43	-0.01
2035	370	-1	4.44	-0.012	0%	100%	370	-1.00	4.44	-0.01
2036	371	-1	4.452	-0.012	0%	100%	371	-1.00	4.45	-0.01
2037	372	-1	4.464	-0.012	0%	100%	372	-1.00	4.46	-0.01
2038	373	-1	4.476	-0.012	0%	100%	373	-1.00	4.48	-0.01

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Destaca-se que as redes coletoras devem possuir cadastro técnico e comercial, com o intuito de viabilizar o conhecimento do perfil dos usuários, bem como resolver problemas operacionais com maior agilidade, deste modo, indica-se para ser realizado em prazo imediato, cadastramento das redes existentes, deve-se considerar na execução da infraestrutura do SES, a construção de um cadastro de rede bem estruturado e constantemente atualizado.

Outra informação importante para o planejamento das infraestruturas do SES é a vazão de esgoto produzida, o qual necessitará de coleta, tratamento e disposição final adequado. Considerando o consumo médio *per capita* do município de Monte das Gameleiras, e o crescimento da população e do consumo de água para o horizonte de planejamento, obteve-se a estimativa da geração de esgoto para o município (**Tabela 4.30**).

Como já apresentado no Diagnóstico, o município de Monte das Gameleiras não dispõe dos serviços públicos de tratamento de esgoto, sendo que o percentual de esgoto que é coletado é lançado *in natura* em três pontos de um canal natural localizado nas margens da sede do município, caracterizando severa contaminação. Para as áreas nas quais não existe coleta das águas residuárias (parte da zona urbana e todas as comunidades rurais), os efluentes recebem tratamento individual através de sistemas como fossa séptica e sumidouro ou somente fossa negra, e em grande parte dos casos as águas cinzas são lançadas a céu aberto, aumentando os riscos à saúde pública. Estima-se que até o ano de 2028 já esteja implantado o sistema público coletando a vazão máxima diária de 4,32 l/s, atingindo o índice de cobertura de 100% e propiciando a universalização do serviço na sede municipal.

Tabela 4.30 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população urbana.

ANO	POPULAÇÃO URBANA						
	SEDE						
	Consumo per capita de água (l/hab.dia)	120	Coefficiente de infiltração (l/s.km)	0,5	Coefficiente de retorno	0,8	
	K1	1,2	K2	1,5	K3	0,5	
	População (hab)	Cobertura de coleta e tratamento (%)	População atendida com coleta e tratamento	Vazão de infiltração (l/s)	Vazão máxima (l/s)	Vazão mínima (l/s)	Vazão média (l/s)
2018	1153	0%	0	2.118	4.424	0.641	3.399
2019	1143	10%	114	2.124	4.410	0.635	3.394
2020	1133	20%	227	2.13	4.397	0.630	3.389
2021	1124	30%	337	2.136	4.384	0.624	3.385
2022	1115	40%	446	2.142	4.372	0.619	3.381
2023	1106	50%	553	2.148	4.361	0.615	3.377
2024	1098	60%	659	2.154	4.350	0.610	3.374
2025	1090	70%	763	2.16	4.340	0.605	3.371
2026	1082	80%	866	2.166	4.330	0.601	3.368
2027	1075	90%	967	2.172	4.322	0.597	3.366
2028	1068	100%	1068	2.178	4.314	0.593	3.365
2029	1061	100%	1061	2.184	4.307	0.590	3.363
2030	1055	100%	1055	2.19	4.300	0.586	3.362
2031	1050	100%	1050	2.196	4.297	0.584	3.363
2032	1046	100%	1046	2.202	4.294	0.581	3.364
2033	1042	100%	1042	2.208	4.293	0.579	3.366
2034	1039	100%	1039	2.214	4.292	0.577	3.368
2035	1036	100%	1036	2.22	4.293	0.576	3.372
2036	1034	100%	1034	2.226	4.295	0.575	3.375
2037	1033	100%	1033	2.232	4.298	0.574	3.380
2038	1032	100%	1032	2.238	4.302	0.573	3.385

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

4.4.1.1 Projeção das demandas de esgoto da área rural e áreas especiais

O correto tratamento dos esgotos sanitários, antes do seu lançamento em qualquer corpo hídrico, visa como principais objetivos: Prevenir e reduzir a disseminação de doenças transmissíveis causadas pelos microrganismos patogênicos; conservar as fontes de abastecimento de água para uso doméstico, industrial e agrícola à jusante; manter as características da água necessária à piscicultura; para banho e outros propósitos recreativos; e preservar a fauna e a flora aquáticas.

Observa-se que devido à ausência de medidas práticas de saneamento e de educação sanitária, grande parte da população tende a lançar seus dejetos diretamente sobre o solo, criando, desse modo, situações favoráveis à transmissão de doenças.

A solução recomendada é a construção de dispositivos de veiculação hídrica, ligados a um sistema público de coleta e tratamento de esgotos, com adequada destinação final. No entanto, essa solução é impraticável no meio rural e áreas especiais, uma vez que não há viabilidade de se prover os serviços por meio de soluções coletivas, em função de se tratar de população difusa, cujo nível de dispersão geográfica inviabiliza a instalação de sistemas públicos de saneamento básico. Assim, a universalização no meio rural e áreas especiais será realizada através de soluções individuais sanitariamente corretas.

Entre as soluções individuais, uma alternativa é o uso de tanque séptico; por “tanque séptico” pressupõe-se o tanque séptico sucedido por pós-tratamento ou unidade de disposição final, adequadamente projetados e construídos.

Na **Tabela 4.31** apresenta-se a estimativa das vazões de contribuições para o sistema de esgotamento sanitário ao longo do horizonte de projeto na área rural e áreas especiais. Será adotado o *per capita* de água de 90l/hab.dia, conforme utilizado para o abastecimento de água.



Tabela 4.31 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural e áreas especiais.

ANO	POP. RURAL															
	AGLOMERADA															
	MAGALHÃES				MACAMBIRA				GUAÍ				JUCÁ			
	Consumo per capita de água (l/hab.dia)	90	K1	1,2	Consumo per capita de água (l/hab.dia)	90	K1	1,2	Consumo per capita de água (l/hab.dia)	90	K1	1,2	Consumo per capita de água (l/hab.dia)	90	K1	1,2
			K2	1,5			K2	1,5			K2	1,5			K2	1,5
	Coeficiente de retorno	0,8	K3	0,5	Coeficiente de retorno	0,8	K3	0,5	Coeficiente de retorno	0,8	K3	0,5	Coeficiente de retorno	0,8	K3	0,5
	População (hab)	Vazão máxima (l/s)	Vazão mínima (l/s)	Vazão média (l/s)	População (hab)	Vazão máxima (l/s)	Vazão mínima (l/s)	Vazão média (l/s)	População (hab)	Vazão máxima (l/s)	Vazão mínima (l/s)	Vazão média (l/s)	População (hab)	Vazão máxima (l/s)	Vazão mínima (l/s)	Vazão média (l/s)
2018	155	0.2328	0.0647	0.1294	123	0.1845	0.0513	0.1025	20	0.0297	0.0083	0.0165	33	0.0495	0.0138	0.0275
2019	153	0.2296	0.0638	0.1275	121	0.1820	0.0505	0.1011	20	0.0293	0.0081	0.0163	33	0.0488	0.0136	0.0271
2020	151	0.2264	0.0629	0.1258	120	0.1794	0.0498	0.0997	19	0.0289	0.0080	0.0161	32	0.0482	0.0134	0.0268
2021	149	0.2233	0.0620	0.1240	118	0.1769	0.0492	0.0983	19	0.0285	0.0079	0.0158	32	0.0475	0.0132	0.0264
2022	147	0.2202	0.0612	0.1223	116	0.1745	0.0485	0.0970	19	0.0281	0.0078	0.0156	31	0.0469	0.0130	0.0260
2023	145	0.2172	0.0603	0.1207	115	0.1722	0.0478	0.0956	18	0.0277	0.0077	0.0154	31	0.0462	0.0128	0.0257
2024	143	0.2143	0.0595	0.1191	113	0.1699	0.0472	0.0944	18	0.0274	0.0076	0.0152	30	0.0456	0.0127	0.0253
2025	141	0.2115	0.0588	0.1175	112	0.1676	0.0466	0.0931	18	0.0270	0.0075	0.0150	30	0.0450	0.0125	0.0250
2026	139	0.2088	0.0580	0.1160	110	0.1655	0.0460	0.0919	18	0.0267	0.0074	0.0148	30	0.0444	0.0123	0.0247
2027	137	0.2061	0.0573	0.1145	109	0.1634	0.0454	0.0908	18	0.0263	0.0073	0.0146	29	0.0439	0.0122	0.0244
2028	136	0.2036	0.0566	0.1131	108	0.1613	0.0448	0.0896	17	0.0260	0.0072	0.0144	29	0.0433	0.0120	0.0241
2029	134	0.2011	0.0559	0.1117	106	0.1594	0.0443	0.0885	17	0.0257	0.0071	0.0143	29	0.0428	0.0119	0.0238
2030	132	0.1987	0.0552	0.1104	105	0.1575	0.0437	0.0875	17	0.0254	0.0070	0.0141	28	0.0423	0.0117	0.0235
2031	131	0.1966	0.0546	0.1092	104	0.1558	0.0433	0.0866	17	0.0251	0.0070	0.0139	28	0.0418	0.0116	0.0232
2032	130	0.1946	0.0540	0.1081	103	0.1542	0.0428	0.0857	17	0.0248	0.0069	0.0138	28	0.0414	0.0115	0.0230
2033	128	0.1926	0.0535	0.1070	102	0.1527	0.0424	0.0848	16	0.0246	0.0068	0.0137	27	0.0410	0.0114	0.0228
2034	127	0.1908	0.0530	0.1060	101	0.1512	0.0420	0.0840	16	0.0244	0.0068	0.0135	27	0.0406	0.0113	0.0226
2035	126	0.1891	0.0525	0.1051	100	0.1499	0.0416	0.0833	16	0.0241	0.0067	0.0134	27	0.0402	0.0112	0.0224
2036	125	0.1876	0.0521	0.1042	99	0.1487	0.0413	0.0826	16	0.0239	0.0067	0.0133	27	0.0399	0.0111	0.0222
2037	124	0.1861	0.0517	0.1034	98	0.1475	0.0410	0.0820	16	0.0238	0.0066	0.0132	26	0.0396	0.0110	0.0220
2038	123	0.1848	0.0513	0.1027	98	0.1465	0.0407	0.0814	16	0.0236	0.0066	0.0131	26	0.0393	0.0109	0.0218

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.



Tabela 4.32 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural e áreas especiais.

ANO	POP. RURAL															
	AGLOMERADA								DISPERSA							
	BARAÚNA				REMIGIO				CERCADO GRANDE				PITU ASSÚ			
	Consumo per capita de água (l/hab.dia)	90	K1	1,2	Consumo per capita de água (l/hab.dia)	90	K1	1,2	Consumo per capita de água (l/hab.dia)	90	K1	1,2	Consumo per capita de água (l/hab.dia)	90	K1	1,2
			K2	1,5			K2	1,5			K2	1,5			K2	1,5
	Coeficiente de retorno	0,8	K3	0,5	Coeficiente de retorno	0,8	K3	0,5	Coeficiente de retorno	0,8	K3	0,5	Coeficiente de retorno	0,8	K3	0,5
	População (hab)	Vazão máxima (l/s)	Vazão mínima (l/s)	Vazão média (l/s)	População (hab)	Vazão máxima (l/s)	Vazão mínima (l/s)	Vazão média (l/s)	População (hab)	Vazão máxima (l/s)	Vazão mínima (l/s)	Vazão média (l/s)	População (hab)	Vazão máxima (l/s)	Vazão mínima (l/s)	Vazão média (l/s)
2018	26	0.0396	0.0110	0.0220	6	0.0087	0.0024	0.0048	60	0.0904	0.0251	0.0502	50	0.0743	0.0206	0.0413
2019	26	0.0391	0.0109	0.0217	6	0.0085	0.0024	0.0047	59	0.0891	0.0248	0.0495	49	0.0733	0.0204	0.0407
2020	26	0.0385	0.0107	0.0214	6	0.0084	0.0023	0.0047	59	0.0879	0.0244	0.0488	48	0.0722	0.0201	0.0401
2021	25	0.0380	0.0106	0.0211	6	0.0083	0.0023	0.0046	58	0.0867	0.0241	0.0482	48	0.0713	0.0198	0.0396
2022	25	0.0375	0.0104	0.0208	5	0.0082	0.0023	0.0046	57	0.0855	0.0238	0.0475	47	0.0703	0.0195	0.0390
2023	25	0.0370	0.0103	0.0205	5	0.0081	0.0022	0.0045	56	0.0844	0.0234	0.0469	46	0.0693	0.0193	0.0385
2024	24	0.0365	0.0101	0.0203	5	0.0080	0.0022	0.0044	55	0.0832	0.0231	0.0462	46	0.0684	0.0190	0.0380
2025	24	0.0360	0.0100	0.0200	5	0.0079	0.0022	0.0044	55	0.0821	0.0228	0.0456	45	0.0675	0.0188	0.0375
2026	24	0.0355	0.0099	0.0197	5	0.0078	0.0022	0.0043	54	0.0811	0.0225	0.0450	44	0.0666	0.0185	0.0370
2027	23	0.0351	0.0097	0.0195	5	0.0077	0.0021	0.0043	53	0.0800	0.0222	0.0445	44	0.0658	0.0183	0.0366
2028	23	0.0347	0.0096	0.0193	5	0.0076	0.0021	0.0042	53	0.0791	0.0220	0.0439	43	0.0650	0.0180	0.0361
2029	23	0.0342	0.0095	0.0190	5	0.0075	0.0021	0.0042	52	0.0781	0.0217	0.0434	43	0.0642	0.0178	0.0357
2030	23	0.0338	0.0094	0.0188	5	0.0074	0.0021	0.0041	51	0.0772	0.0214	0.0429	42	0.0634	0.0176	0.0352
2031	22	0.0335	0.0093	0.0186	5	0.0073	0.0020	0.0041	51	0.0763	0.0212	0.0424	42	0.0627	0.0174	0.0349
2032	22	0.0331	0.0092	0.0184	5	0.0072	0.0020	0.0040	50	0.0755	0.0210	0.0420	41	0.0621	0.0172	0.0345
2033	22	0.0328	0.0091	0.0182	5	0.0072	0.0020	0.0040	50	0.0748	0.0208	0.0416	41	0.0615	0.0171	0.0342
2034	22	0.0325	0.0090	0.0180	5	0.0071	0.0020	0.0039	49	0.0741	0.0206	0.0412	41	0.0609	0.0169	0.0338
2035	21	0.0322	0.0089	0.0179	5	0.0070	0.0020	0.0039	49	0.0734	0.0204	0.0408	40	0.0604	0.0168	0.0335
2036	21	0.0319	0.0089	0.0177	5	0.0070	0.0019	0.0039	49	0.0728	0.0202	0.0405	40	0.0599	0.0166	0.0333
2037	21	0.0317	0.0088	0.0176	5	0.0069	0.0019	0.0039	48	0.0723	0.0201	0.0402	40	0.0594	0.0165	0.0330
2038	21	0.0315	0.0087	0.0175	5	0.0069	0.0019	0.0038	48	0.0718	0.0199	0.0399	39	0.0590	0.0164	0.0328

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.



Tabela 4.33 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural e áreas especiais. (continuação)

ANO	POP. RURAL															
	DISPERSA															
	MATA FOME				JACÚ DE ÓRFÃ				CACIMBAS				SERRA DO BICO			
	Consumo per capita de água (l/hab.dia)	90	K1	1,2	Consumo per capita de água (l/hab.dia)	90	K1	1,2	Consumo per capita de água (l/hab.dia)	90	K1	1,2	Consumo per capita de água (l/hab.dia)	90	K1	1,2
			K2	1,5			K2	1,5			K2	1,5			K2	1,5
	Coeficiente de retorno	0,8	K3	0,5	Coeficiente de retorno	0,8	K3	0,5	Coeficiente de retorno	0,8	K3	0,5	Coeficiente de retorno	0,8	K3	0,5
	População (hab)	Vazão máxima (l/s)	Vazão mínima (l/s)	Vazão média (l/s)	População (hab)	Vazão máxima (l/s)	Vazão mínima (l/s)	Vazão média (l/s)	População (hab)	Vazão máxima (l/s)	Vazão mínima (l/s)	Vazão média (l/s)	População (hab)	Vazão máxima (l/s)	Vazão mínima (l/s)	Vazão média (l/s)
2018	29	0.0433	0.0120	0.0241	116	0.1734	0.0482	0.0963	46	0.0694	0.0193	0.0385	93	0.1400	0.0389	0.0778
2019	28	0.0427	0.0119	0.0237	114	0.1710	0.0475	0.0950	46	0.0684	0.0190	0.0380	92	0.1380	0.0383	0.0767
2020	28	0.0421	0.0117	0.0234	112	0.1686	0.0468	0.0937	45	0.0674	0.0187	0.0375	91	0.1361	0.0378	0.0756
2021	28	0.0416	0.0115	0.0231	111	0.1663	0.0462	0.0924	44	0.0665	0.0185	0.0369	89	0.1342	0.0373	0.0746
2022	27	0.0410	0.0114	0.0228	109	0.1640	0.0456	0.0911	44	0.0656	0.0182	0.0364	88	0.1324	0.0368	0.0735
2023	27	0.0404	0.0112	0.0225	108	0.1618	0.0449	0.0899	43	0.0647	0.0180	0.0359	87	0.1306	0.0363	0.0725
2024	27	0.0399	0.0111	0.0222	106	0.1596	0.0443	0.0887	43	0.0638	0.0177	0.0355	86	0.1288	0.0358	0.0716
2025	26	0.0394	0.0109	0.0219	105	0.1575	0.0438	0.0875	42	0.0630	0.0175	0.0350	85	0.1271	0.0353	0.0706
2026	26	0.0389	0.0108	0.0216	104	0.1555	0.0432	0.0864	41	0.0622	0.0173	0.0346	84	0.1255	0.0349	0.0697
2027	26	0.0384	0.0107	0.0213	102	0.1535	0.0426	0.0853	41	0.0614	0.0171	0.0341	83	0.1239	0.0344	0.0688
2028	25	0.0379	0.0105	0.0211	101	0.1516	0.0421	0.0842	40	0.0606	0.0168	0.0337	82	0.1224	0.0340	0.0680
2029	25	0.0374	0.0104	0.0208	100	0.1498	0.0416	0.0832	40	0.0599	0.0166	0.0333	81	0.1209	0.0336	0.0672
2030	25	0.0370	0.0103	0.0206	99	0.1480	0.0411	0.0822	39	0.0592	0.0164	0.0329	80	0.1194	0.0332	0.0664
2031	24	0.0366	0.0102	0.0203	98	0.1464	0.0407	0.0813	39	0.0586	0.0163	0.0325	79	0.1182	0.0328	0.0656
2032	24	0.0362	0.0101	0.0201	97	0.1449	0.0402	0.0805	39	0.0580	0.0161	0.0322	78	0.1169	0.0325	0.0650
2033	24	0.0359	0.0100	0.0199	96	0.1435	0.0398	0.0797	38	0.0574	0.0159	0.0319	77	0.1158	0.0322	0.0643
2034	24	0.0355	0.0099	0.0197	95	0.1421	0.0395	0.0790	38	0.0568	0.0158	0.0316	76	0.1147	0.0319	0.0637
2035	23	0.0352	0.0098	0.0196	94	0.1409	0.0391	0.0783	38	0.0563	0.0157	0.0313	76	0.1137	0.0316	0.0632
2036	23	0.0349	0.0097	0.0194	93	0.1397	0.0388	0.0776	37	0.0559	0.0155	0.0310	75	0.1127	0.0313	0.0626
2037	23	0.0347	0.0096	0.0193	92	0.1386	0.0385	0.0770	37	0.0554	0.0154	0.0308	75	0.1119	0.0311	0.0622
2038	23	0.0344	0.0096	0.0191	92	0.1376	0.0382	0.0765	37	0.0550	0.0153	0.0306	74	0.1111	0.0309	0.0617

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Tabela 4.34 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural e áreas especiais. (continuação)

ANO	POP. RURAL											
	DISPERSA											
	TAPUIA				OLHO D'ÁGUA				CHUPADOR			
	Consumo per capita de água (l/hab.dia)	90	K1	1,2	Consumo per capita de água (l/hab.dia)	90	K1	1,2	Consumo per capita de água (l/hab.dia)	90	K1	1,2
			K2	1,5			K2	1,5			K2	1,5
	Coeficiente de retorno	0,8	K3	0,5	Coeficiente de retorno	0,8	K3	0,5	Coeficiente de retorno	0,8	K3	0,5
	População (hab)	Vazão máxima (l/s)	Vazão mínima (l/s)	Vazão média (l/s)	População (hab)	Vazão máxima (l/s)	Vazão mínima (l/s)	Vazão média (l/s)	População (hab)	Vazão máxima (l/s)	Vazão mínima (l/s)	Vazão média (l/s)
2018	7	0.0099	0.0028	0.0055	19	0.0285	0.0079	0.0158	60	0.0904	0.0251	0.0502
2019	7	0.0098	0.0027	0.0054	19	0.0281	0.0078	0.0156	59	0.0891	0.0248	0.0495
2020	6	0.0096	0.0027	0.0054	18	0.0277	0.0077	0.0154	59	0.0879	0.0244	0.0488
2021	6	0.0095	0.0026	0.0053	18	0.0273	0.0076	0.0152	58	0.0867	0.0241	0.0482
2022	6	0.0094	0.0026	0.0052	18	0.0269	0.0075	0.0150	57	0.0855	0.0238	0.0475
2023	6	0.0092	0.0026	0.0051	18	0.0266	0.0074	0.0148	56	0.0844	0.0234	0.0469
2024	6	0.0091	0.0025	0.0051	17	0.0262	0.0073	0.0146	55	0.0832	0.0231	0.0462
2025	6	0.0090	0.0025	0.0050	17	0.0259	0.0072	0.0144	55	0.0821	0.0228	0.0456
2026	6	0.0089	0.0025	0.0049	17	0.0255	0.0071	0.0142	54	0.0811	0.0225	0.0450
2027	6	0.0088	0.0024	0.0049	17	0.0252	0.0070	0.0140	53	0.0800	0.0222	0.0445
2028	6	0.0087	0.0024	0.0048	17	0.0249	0.0069	0.0138	53	0.0791	0.0220	0.0439
2029	6	0.0086	0.0024	0.0048	16	0.0246	0.0068	0.0137	52	0.0781	0.0217	0.0434
2030	6	0.0085	0.0023	0.0047	16	0.0243	0.0068	0.0135	51	0.0772	0.0214	0.0429
2031	6	0.0084	0.0023	0.0046	16	0.0241	0.0067	0.0134	51	0.0763	0.0212	0.0424
2032	6	0.0083	0.0023	0.0046	16	0.0238	0.0066	0.0132	50	0.0755	0.0210	0.0420
2033	5	0.0082	0.0023	0.0046	16	0.0236	0.0065	0.0131	50	0.0748	0.0208	0.0416
2034	5	0.0081	0.0023	0.0045	16	0.0233	0.0065	0.0130	49	0.0741	0.0206	0.0412
2035	5	0.0080	0.0022	0.0045	15	0.0231	0.0064	0.0129	49	0.0734	0.0204	0.0408
2036	5	0.0080	0.0022	0.0044	15	0.0229	0.0064	0.0127	49	0.0728	0.0202	0.0405
2037	5	0.0079	0.0022	0.0044	15	0.0228	0.0063	0.0127	48	0.0723	0.0201	0.0402
2038	5	0.0079	0.0022	0.0044	15	0.0226	0.0063	0.0126	48	0.0718	0.0199	0.0399

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

No que se refere às comunidades rurais do município, considerando a forma de ocupação, prever-se no prazo imediato, estudo para a avaliação de quais comunidades possuem viabilidade de implantação de sistemas coletivos de coleta, tratamento e disposição final de esgoto.

Considerando a dificuldade de se implantar um sistema de coleta e tratamento de esgotos sanitários centralizado, em áreas com pouca densidade populacional, sugere-se que seja adotado o sistema individualizado naquelas comunidades em que seja identificada inviabilidade de sistema coletivo. Para as vazões das áreas rurais não foram consideradas as taxas de infiltração.

Propõe-se que toda a área rural, bem como as áreas especiais, atinjam a cobertura de 100%, seja por sistema individual ou coletivo, de acordo com a viabilidade em médio prazo. Portanto, para a adequação do esgotamento sanitário na zona rural e nas áreas especiais, propõem-se as seguintes medidas:

- Estudo de viabilidade sobre o tipo de sistema mais sustentável para cada comunidade em prazo imediato;
- Estudo de um padrão ideal de fossas sépticas para as comunidades em que não se adequarem sistemas coletivos, seguindo as normas técnicas vigentes;
- Auxílio técnico e financeiro para a instalação de fossas sépticas que atendam aos padrões especificados;
- Estudo de viabilidade de local adequado para criação de ETE específica para tratamento dos lodos de fossas sépticas;
- Limpeza/esgotamento periódico das fossas implantadas com caminhões limpa-fossa.

Contudo, para o atendimento da população rural e áreas especiais, o poder público, concessionária e/ou autarquia, deverá instruir e promover a assistência técnica para adoção de sistemas individuais adequados que minimizem os impactos ao meio ambiente e que assegurem a manutenção da saúde pública para população. Para isso deverá disponibilizar projetos padrão e assessoria para seus municípios, visando a correta implantação das alternativas individuais de tratamento de esgoto (fossa séptica e sumidouros, fossas de bananeiras, entre outros).

Dentre os estudos para identificar o padrão ideal de fossas sépticas para as comunidades em que não se adequarem sistemas coletivos, deverá ser considerada a

possibilidade de implantação de sistema simplificado que propicie o reúso das águas cinzas para irrigação.

É importante ainda observar a necessidade de avaliação dos locais de implantação dos sistemas individuais nas localidades rurais. Tendo em vista o risco de contaminação dos mananciais subterrâneos pela disposição de esgoto bruto ou tratado, o local de implantação dos sistemas individuais de esgotamento sanitário precisa levar em consideração a existência de poços perfurados para captação e suprimento de água. De acordo com Brasil (2015), dependendo do tipo do solo (condutividade hidráulica do terreno) e por medida de segurança, é necessário respeitar a distância mínima de 15 metros entre o poço e a fossa do tipo seca, desde que seja construída dentro dos padrões técnicos, e de 100 metros para os demais focos de contaminação, como chiqueiros, estábulos, valões de esgoto, galerias de infiltração e outros que possam comprometer o lençol d'água que alimenta o poço, sempre observando que a execução dos pontos de contaminação necessita ser localizadas a jusante do ponto de perfuração de poços.

4.4.2 Previsão das estimativas de carga e concentração de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e coliformes termotolerantes

Uma das maneiras de avaliar o impacto da poluição bem como a eficiência das medidas de controle é através da quantificação das cargas poluidoras afluentes ao corpo d'água. A carga afluente a uma estação de tratamento de esgotos corresponde à quantidade de poluente (massa) por unidade de tempo. Assim, a carga afluente a uma ETE pode ser estimada por meio da seguinte relação:

$$\text{carga} = \text{população} \times \text{carga per capita} \quad (18)$$

A carga per capita, por sua vez, representa a contribuição de cada indivíduo (expressa em termos de massa do poluente) por unidade de tempo. Relacionando-se a carga com a vazão de esgotos, é possível obter a concentração do despejo conforme a Equação 19.

$$\text{concentração} = \text{carga/vazão} \quad (19)$$

As unidades de carga e concentração comumente utilizadas são kg/d e g/m³ ou mg/l, respectivamente.

De acordo com Nuvolari (2003), a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é a quantidade de oxigênio dissolvido, necessária aos microrganismos, na estabilização da matéria orgânica em decomposição sob condições aeróbicas. Von Sperling (2014) estabelece que a carga per capita de DBO usualmente adotada é de 54 g/hab.dia, valor também adotado neste Plano.

A DBO indica a quantidade de matéria orgânica presente e é importante para se conhecer o grau de poluição do esgoto afluente e tratado, para se dimensionar as estações de tratamento de esgotos, e medir a sua eficiência (JORDÃO, 2005). Quanto maior o grau de poluição orgânica, maior a DBO do corpo d'água.

Outro parâmetro utilizado para identificar a situação das condições de saneamento da região são os organismos indicadores de contaminação fecal, os quais são predominantemente não patogênicos, contudo, são capazes de fornecer satisfatoriamente uma indicação de quando a água apresenta contaminação por fezes humanas ou de animais. Os organismos mais comumente utilizados são as bactérias do grupo *coliforme*.

Os coliformes Termotolerantes, preferencialmente denominados de *coliformes termotolerantes*, são um grupo de bactérias indicadoras de organismos originados predominantemente do trato intestinal humano e outros animais, resistentes às altas temperaturas. A *Escherichia coli* (*E. coli*) é a principal bactéria do grupo de coliformes termotolerantes, sendo abundante nas fezes humanas e animais, e a única que dá garantia de contaminação exclusivamente fecal.

O esgoto bruto doméstico apresenta tipicamente valores da ordem de 10^9 a 10^{13} org/hab.dia de coliformes totais, 10^9 a 10^{12} org/hab.dia de coliformes termotolerantes e de 10^9 a 10^{12} org/hab.dia de *E. coli* (VON SPERLING, 2014), sendo adotado o valor de 10^{11} org/hab.dia de coliformes termotolerantes para efeitos de cálculo neste PMSB.

A remoção destes e de outros poluentes no tratamento de esgotos, de forma a adequar o lançamento a uma qualidade desejada ou ao padrão de qualidade vigente, está associada aos conceitos de nível de tratamento e eficiência do tratamento. O nível de tratamento classifica-se em preliminar, primário, secundário e terciário (**Tabela 4.35**).

A definição do nível de tratamento de uma ETE está associada ao maior nível existente nela. Por exemplo, uma ETE que apresenta o tratamento preliminar, o tratamento primário (decantadores primários) e o tratamento secundário (processos biológicos) é classificada como ETE em nível secundário (VON SPERLING, 2014). O

nível terciário geralmente é raro em países em desenvolvimento, sendo observada apenas em estações que tratam efluentes industriais, para que se ajustem à legislação vigente.

Tabela 4.35 - Níveis de tratamento dos esgotos

Nível	Remoção
Preliminar	Sólidos em suspensão grosseiros (materiais de grande dimensão e areia).
Primário	Sólidos em suspensão sedimentáveis; DBO em suspensão associada à matéria orgânica dos sólidos em suspensão sedimentáveis.
Secundário	DBO em suspensão (caso não haja tratamento primário, refere-se à DBO associada à matéria orgânica em suspensão); DBO em suspensão finamente particulada não sedimentável (não removida no tratamento primário); DBO solúvel (associada à matéria orgânica na forma de sólidos dissolvidos).
Terciário	Remoção de: nutrientes*, organismos patogênicos, compostos não biodegradáveis, metais pesados, sólidos inorgânicos dissolvidos, sólidos em suspensão remanescente.

Fonte: Von Sperling, 2014.

* A remoção de nutrientes por processos biológicos e organismos patogênicos pode ser considerada como integrante do nível secundário, dependendo do processo adotado.

Dentre os diversos sistemas de tratamento de esgotos domésticos existentes, apresenta-se uma breve descrição dos principais sistemas em nível secundário na **Tabela 4.36**.

Tabela 4.36 - Breve descrição dos principais sistemas de tratamento de esgotos em nível secundário
LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

Lagoa facultativa	Os esgotos fluem continuamente em lagoas especialmente construídas para o tratamento de águas residuárias. O líquido permanece na lagoa por vários dias. A DBO solúvel e a DBO finamente particulada são estabilizadas aerobiamente por bactérias dispersas no meio líquido, ao passo que a DBO suspensa tende a sedimentar, sendo convertida anaerobiamente por bactérias no fundo da lagoa. O oxigênio requerido pelas bactérias aeróbias é fornecido pelas algas, através da fotossíntese.
Lagoa anaeróbia – lagoa facultativa	A DBO é em torno de 50 a 65% removida (convertida a líquidos e gases) na lagoa anaeróbia (mais profunda e com menor volume), enquanto a DBO remanescente é removida na lagoa facultativa. O sistema ocupa uma área inferior ao de uma lagoa facultativa única.
Lagoa aerada facultativa	Os mecanismos de remoção da DBO são similares aos de uma lagoa facultativa. No entanto, o oxigênio é fornecido por aeradores mecânicos, ao invés de através da fotossíntese. Como a lagoa é também facultativa, uma grande parte dos sólidos do esgoto e da biomassa sedimenta, sendo decomposta anaerobiamente no fundo.
Lagoa aerada de mistura completa – lagoa de decantação	A energia introduzida por unidade de volume da lagoa é elevada, o que faz com que os sólidos (principalmente a biomassa) permaneçam dispersas no meio líquido, ou em mistura completa. A decorrente maior concentração de bactérias no meio líquido aumenta a eficiência do sistema na remoção da DBO, o que permite que a lagoa tenha um volume inferior

	ao de uma lagoa aerada facultativa. No entanto, o efluente contém elevados teores de sólidos (bactérias), que necessitam ser removidos antes do lançamento no corpo receptor. A lagoa de decantação a jusante proporciona condições para esta remoção. O lodo da lagoa de decantação deve ser removido em períodos de poucos anos.
Lagoas de maturação	O objetivo principal das lagoas de maturação é a remoção de organismos patogênicos. Nas lagoas de maturação predominam condições ambientais adversas para estes microrganismos, como radiação ultravioleta, elevado pH, elevado oxigênio dissolvido, temperatura mais baixa que a trato intestinal humano, falta de nutrientes e predação por outros organismos. As lagoas de maturação constituem um pós-tratamento de processos que objetivem a remoção da DBO, sendo usualmente projetadas como uma série de lagoas, ou como lagoas com divisões por chicanas*. A eficiência da remoção de coliformes é elevadíssima.
DISPOSIÇÃO NO SOLO	
Infiltração lenta	Os esgotos são aplicados no solo, fornecendo água e nutrientes necessários para o crescimento das plantas. Parte do líquido é evaporada, parte percola no solo, e a maior parte é absorvida pelas plantas. As taxas de aplicação no terreno são bem baixas.
Infiltração rápida	Os esgotos são dispostos em bacias rasas. O líquido passa pelo fundo poroso e percola pelo solo. A perda por evaporação é menor, face às maiores taxas de aplicação. A aplicação é intermitente, proporcionando um período de descanso para o solo.
Infiltração subsuperficial	O esgoto pré-decantado é aplicado abaixo do nível do solo. Os locais de infiltração são preenchidos com um meio poroso, no qual ocorre o tratamento. Os tipos mais comuns são as valas de infiltração e os sumidouros.
Escoamento superficial	Os esgotos são distribuídos na parte superior de terrenos com uma certa declividade, através do qual escoam, até serem coletados por valas na parte inferior. A aplicação é intermitente.
SISTEMAS ALAGADOS CONSTRUÍDOS (WETLANDS)	
Sistemas alagados construídos	Os sistemas consistem de lagoas ou canais rasos, que abrigam plantas aquáticas flutuantes e/ou enraizadas (emergentes e submersas) numa camada de solo no fundo. Terras úmidas construídas, banhados artificiais, alagados artificiais, <i>wetlands</i> são denominações equivalentes.
SISTEMAS ANAERÓBIOS	
Reator anaeróbio de manta de lodo e fluxo ascendente (UASB)	A DBO é convertida anaerobiamente por bactérias dispersas no reator. O fluxo do líquido é ascendente. A parte superior do reator é dividida nas zonas de sedimentação e de coleta de gás. O sistema dispensa decantação primária. A produção de lodo é baixa, e o lodo já sai adensado e estabilizado.
Filtro anaeróbio	A DBO é convertida anaerobiamente por bactérias aderidas a um meio suporte (usualmente pedras) no reator. O tanque trabalha submerso, e o fluxo é ascendente. O sistema requer decantação primária (frequentemente fossas sépticas). A produção de lodo é baixa e o lodo já sai estabilizado.
LODOS ATIVADOS	

Lodos ativados convencional	Compreende o tanque aerado por difusores de ar, chamado de reator biológico e o decantador secundário. A produção de lodo é elevada, e a biomassa permanece no tanque por mais tempo que o líquido, o que assegura a elevada eficiência na remoção de DBO. Uma parte do lodo é removida constantemente e é destinada ao tratamento.
Lodos ativados por aeração prolongada	Similar ao sistema anterior, com a diferença de que a biomassa permanece por mais tempo no sistema. O lodo excedente retirado já sai estabilizado e usualmente não se incluem unidades de decantação primária.
Lodos ativados de fluxo intermitente	Em um mesmo tanque ocorre a aeração e posteriormente a sedimentação quando são desligados os aeradores. Dispensa os decantadores secundários.
Lodos ativados com remoção biológica de nitrogênio	É incorporada uma zona anóxica (ausência de oxigênio, mas presença de nitrogênio) antes ou após o reator biológico, onde os nitratos formados pela nitrificação (que ocorreu na zona aeróbia) são convertidos a nitrogênio gasoso (desnitrificação) e se dispersam para a atmosfera.
Lodos ativados com remoção biológica de nitrogênio e fósforo	Além das zonas aeróbias e anaeróbias, também é incorporada uma zona anaeróbia na extremidade à montante com a produção de biomassa capaz de absorver o fósforo. Os microrganismos são retirados e, assim, ocorre a remoção de fósforo do reator biológico.
REATORES AERÓBIOS COM BIOFILMES	
Filtro de baixa carga	O esgoto é aplicado na superfície de tanques aeróbios através de distribuidores rotativos, percola pelo tanque e sai no fundo, sendo retida a matéria orgânica. As placas de bactérias que se desprendem e saem do sistema são removidas no decantador secundário.
Filtro de alta carga	Similar à descrição anterior, no entanto a carga de DBO é maior, e assim as bactérias (lodo excedente) necessita ser estabilizado e tratado.
Biofiltro aerado submerso	Constitui em um tanque preenchido com material poroso (geralmente submerso) por onde o esgoto e o ar fluem permanentemente. O ar é ascendente e o líquido a ser tratado pode ser ascendente ou descendente.
Biodisco	A biomassa encontra-se aderida a um meio suporte na forma de discos parcialmente submersos no líquido, os quais giram e expõe de forma intermitente os micro-organismos ao líquido.

Fonte: Von Sperling, 2014.

* Chicanas: correspondem a suportes fixos ou móveis instalados em tanques de tratamento de efluentes por onde o líquido é direcionado, produzindo trechos por onde se processe certa turbulência e mistura.



Tabela 4.37 apresentam-se as eficiências típicas de diversos sistemas de tratamento aplicados a esgotos predominantemente domésticos.

Tabela 4.37 - Eficiências típicas de diversos sistemas de tratamento de esgotos na remoção de DBO e Coliformes.

SISTEMAS DE TRATAMENTO	EFICIÊNCIA NA REMOÇÃO (%)	
	DBO	Coliformes termotolerantes
Tratamento preliminar	0-5	-
Tratamento primário	25-40	30-40
Tratamento secundário – Lagoas		
Lagoa facultativa	75-85	90-99
Lagoa anaeróbia – lagoa facultativa	75-85	90-99,9
Lagoa aerada facultativa	75-85	90-95
Lagoa aer. mist. comp.– lagoa de decant.	75-85	90-99
Tratamento secundário – Lodos		
Lodos ativados convencional	85-93	85-99
Lodos ativados (aeração prolongada)	93-97	85-99
Tratamento secundário – Filtro		
Filtro biológico (baixa carga)	85-93	70-90
Filtro biológico (alta carga)	80-90	70-90
Biodiscos	85-93	75-90
Reator anaeróbio de manta de lodo (UASB)	60-80	70-90
Fossa séptica – filtro anaeróbio	70-80	70-90
Infiltração lenta	*	> 99
Infiltração rápida	*	> 99
Infiltração subsuperficial	*	> 99
Escoamento superficial	80-90	90 - 99

Fonte: Adaptado de Von Sperling, 2014.

* Os processos de infiltração no solo não geram efluentes superficiais, uma vez que o mesmo infiltra-se no terreno. Medições no subsolo, próximas ao local de infiltração, usualmente indicam eficiências superiores a 90%. Das variantes de infiltração, a mais eficiente é a infiltração lenta.

Em um estudo realizado em 72 estações de tratamento de esgoto em operação no Rio Grande do Norte, foi diagnosticado que os principais sistemas de tratamento adotados no Estado são configurados como lagoa facultativa seguida de duas lagoas de maturação (LF+LM1+LM2) (46%), e 22% são configuradas como lagoa facultativa seguida de apenas uma lagoa de maturação (LF+LM1), as demais sendo utilizados outros sistemas de tratamento (SILVA FILHO, 2007). Esses sistemas são frequentemente adotados devido à economia de custo e simplicidade operacional, além do clima ser favorável (temperatura e insolação elevada) durante todo o ano.

Nesse mesmo estudo, foram avaliadas as eficiências médias de remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes resultantes dos sistemas de tratamento por combinação de lagoas, sendo obtidos valores da ordem de 69% e 99,34%, respectivamente para LF+LM1+LM2 e 69% e 96,97%, respectivamente, para LF+LM1. Esses valores encontram-se abaixo dos encontrados na literatura para sistemas com essa configuração.

No entanto, esta baixa eficiência é mais realística, pois considera os aspectos operacionais e de manutenção das lagoas.

Nesse sentido, as eficiências de remoção diagnosticadas no referido estudo foram utilizadas buscando-se demonstrar uma alternativa que estivesse mais de acordo com os sistemas frequentemente utilizados no Estado.

Assim, para fins de cálculo das estimativas de carga e concentração de DBO e coliformes termotolerantes, do município de Monte das Gameleiras, utilizaram-se as eficiências médias típicas de remoção e parâmetros bibliográficos, como a concentração de organismos em esgotos (**Tabela 4.38**). Ressalta-se que na situação em que se estiver investigando o lançamento de um efluente tratado, deve-se considerar a redução da DBO proporcionada pela eficiência do tratamento. Para tanto, foram levadas em consideração as alternativas do lançamento de esgotos sem tratamento e com tratamento, tanto para a área urbana quanto rural, incluindo áreas especiais.

Tabela 4.38 - Parâmetros de eficiência adotados no PMSB de Monte das Gameleiras.

Tipo de Tratamento	Eficiência na Remoção de DBO	Eficiência na Remoção de Coliformes Termotolerantes
Preliminar	5%	0%
Primário	35%	35%
Lagoa facultativa seguida de uma lagoa de maturação	69%	96,97%
Lagoa facultativa seguida de duas lagoas de maturação	69%	99,34%
Lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa	80%	99%
Lodo ativado	90%	90%
Filtro biológico	90%	80%
UASB	70%	80%
UASB seguido de Lagoa	90%	99%

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

A previsão de carga orgânica diária de DBO e de coliformes termotolerantes para o município de Monte das Gameleiras foi estimada conforme a projeção populacional e as cargas *per capita*. Estimaram-se também os valores de DBO e de coliformes termotolerantes diários sem e com tratamento (de acordo com a porcentagem de eficiência do tratamento) – **Tabela 4.39**.



No cálculo das concentrações de DBO e de coliformes termotolerantes, considerou-se a vazão média e a carga orgânica diária, conforme Equação 19 (**Tabela 4.40**)

.



Tabela 4.39 – Estimativa da carga orgânica e remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes, sem tratamento e com diferentes tipos de tratamento para área urbana.

ANO	POPULAÇÃO URBANA											
	População (hab)	Percentual de atendimento com coleta e tratamento anual	População atendida com coleta e tratamento (hab)	Vazão média de esgoto (m³/dia)	Carga per capita DBO (g/hab.dia)	Carga per capita de coliformes termotolerantes (org/hab.dia)	Esgoto Bruto (Carga)		Tratamento Preliminar		Tratamento Primário	
							DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)
2018	1153	0%	0	293.69	54	100000000000.00	62263.18	115302192892972.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2019	1143	10%	114	293.25	54	100000000000.00	61726.69	114308692749344.00	5864.04	11430869274934.40	4012.24	7430065028707.37
2020	1133	20%	227	292.84	54	100000000000.00	61206.07	113344566384211.00	11629.15	22668913276842.30	7956.79	14734793629947.50
2021	1124	30%	337	292.46	54	100000000000.00	60701.18	112409599336575.00	17299.84	33722879800972.60	11836.73	21919871870632.20
2022	1115	40%	446	292.11	54	100000000000.00	60212.58	111504784575166.00	22880.78	44601913830066.40	15655.27	28991243989543.20
2023	1106	50%	553	291.79	54	100000000000.00	59741.14	110631749731034.00	28377.04	55315874865517.20	19415.87	35955318662586.20
2024	1098	60%	659	291.51	54	100000000000.00	59287.96	109792512273450.00	33794.14	65875507364070.20	23122.30	42819079786645.70
2025	1090	70%	763	291.25	54	100000000000.00	58853.35	108987680406455.00	39137.48	76291376284518.50	26778.27	49589394584937.00
2026	1082	80%	866	291.03	54	100000000000.00	58437.88	108218288880935.00	44412.79	86574631104747.70	30387.70	56273510218086.00
2027	1075	90%	967	290.85	54	100000000000.00	58042.20	107485550354830.00	49626.08	96736995319347.30	33954.69	62879046957575.80
2028	1068	100%	1068	290.70	54	100000000000.00	57667.29	106791279532278.00	54783.93	106791279532278.00	37483.74	69414331695980.70
2029	1061	100%	1061	290.59	54	100000000000.00	57313.53	106136163121603.00	54447.85	106136163121603.00	37253.79	68988506029041.70
2030	1055	100%	1055	290.52	54	100000000000.00	56981.26	105520852253268.00	54132.20	105520852253268.00	37037.82	68588553964624.40
2031	1050	100%	1050	290.57	54	100000000000.00	56720.11	105037240429491.00	53884.10	105037240429491.00	36868.07	68274206279168.90
2032	1046	100%	1046	290.67	54	100000000000.00	56486.49	104604604360518.00	53662.16	104604604360518.00	36716.22	67992992834336.50
2033	1042	100%	1042	290.83	54	100000000000.00	56281.85	104225646755156.00	53467.76	104225646755156.00	36583.20	67746670390851.20
2034	1039	100%	1039	291.04	54	100000000000.00	56107.53	103902832775865.00	53302.15	103902832775865.00	36469.89	67536841304312.30
2035	1036	100%	1036	291.30	54	100000000000.00	55964.83	103638577487520.00	53166.59	103638577487520.00	36377.14	67365075366887.80
2036	1034	100%	1034	291.62	54	100000000000.00	55855.13	103435426875710.00	53062.37	103435426875710.00	36305.83	67233027469211.30
2037	1033	100%	1033	292.01	54	100000000000.00	55779.69	103295718674197.00	52990.70	103295718674197.00	36256.80	67142217138228.30
2038	1032	100%	1032	292.46	54	100000000000.00	55739.49	103221269109202.00	52952.51	103221269109202.00	36230.67	67093824920981.00



Tabela 4.39 – Estimativa da carga orgânica e remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes, sem tratamento e com diferentes tipos de tratamento para área urbana. (Continuação).

ANO	POPULAÇÃO URBANA							
	Lagoa facultativa seguida de uma lagoa de maturação		Lagoa facultativa seguida de duas lagoas de maturação		Lagoa anaeróbia facultativa		Lodo ativado	
	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)
2018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
2019	1913.53	346355339030.51	1913.53	75443737214.57	1234.53	114308692749.34	617.26694	1143086927493.44
2020	3794.78	686868072288.32	3794.78	149614827627.16	2448.24	226689132768.42	1224.1213	2266891327684.23
2021	5645.21	1021803257969.47	5645.21	222571006686.42	3642.07	337228798009.73	1821.0355	3372287980097.26
2022	7466.36	1351437989051.01	7466.36	294372631278.44	4817.01	446019138300.67	2408.5033	4460191383006.64
2023	9259.88	1676071008425.17	9259.88	365084774112.42	5974.11	553158748655.17	2987.0572	5531587486551.72
2024	11027.56	1996027873131.33	11027.56	434778348602.87	7114.55	658755073640.70	3557.2774	6587550736407.02
2025	12771.18	2311628701420.91	12771.18	503523083477.83	8239.47	762913762845.19	4119.7343	7629137628451.85
2026	14492.59	2623211322473.85	14492.59	571392565291.34	9350.06	865746311047.48	4675.0301	8657463110474.77
2027	16193.77	2931130958176.22	16193.77	638464169107.70	10447.60	967369953193.47	5223.7977	9673699531934.73
2028	17876.86	3235775769828.02	17876.86	704822444913.04	11533.46	1067912795322.78	5766.7291	10679127953227.80
2029	17767.19	3215925742584.56	17767.19	700498676602.58	11462.71	1061361631216.03	5731.3528	10613616312160.30
2030	17664.19	3197281823274.03	17664.19	696437624871.58	11396.25	1055208522532.68	5698.126	10552085225326.80
2031	17583.23	3182628385013.56	17583.23	693245786834.64	11344.02	1050372404294.91	5672.011	10503724042949.10
2032	17510.81	3169519512123.68	17510.81	690390388779.42	11297.30	1046046043605.18	5648.6486	10460460436051.80
2033	17447.37	3158037096681.22	17447.37	687889268584.03	11256.37	1042256467551.56	5628.1849	10422564675515.60
2034	17393.33	3148255833108.71	17393.33	685758696320.72	11221.51	1039028327758.65	5610.753	10390283277586.50
2035	17349.10	3140248897871.84	17349.10	684014611417.64	11192.97	1036385774875.20	5596.4832	10363857748752.00
2036	17315.09	3134093434334.00	17315.09	682673817379.69	11171.03	1034354268757.10	5585.5131	10343542687571.00
2037	17291.70	3129860275828.18	17291.70	681751743249.71	11155.94	1032957186741.97	5577.9688	10329571867419.70
2038	17279.24	3127604454008.81	17279.24	681260376120.74	11147.90	1032212691092.02	5573.9485	10322126910920.20

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.



Tabela 4.39 – Estimativa da carga orgânica e remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes, sem tratamento e com diferentes tipos de tratamento para área urbana. *(Continuação)*.

ANO	POPULAÇÃO URBANA					
	Reator Biológico		UASB		UASB seguido de Lagoa	
	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)
2018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2019	617.27	2286173854986.88	1851.80	2286173854986.88	617.27	114308692749.34
2020	1224.12	4533782655368.46	3672.36	4533782655368.46	1224.12	226689132768.42
2021	1821.04	6744575960194.51	5463.11	6744575960194.51	1821.04	337228798009.73
2022	2408.50	8920382766013.28	7225.51	8920382766013.28	2408.50	446019138300.67
2023	2987.06	11063174973103.40	8961.17	11063174973103.40	2987.06	553158748655.17
2024	3557.28	13175101472814.00	10671.83	13175101472814.00	3557.28	658755073640.70
2025	4119.73	15258275256903.70	12359.20	15258275256903.70	4119.73	762913762845.19
2026	4675.03	17314926220949.50	14025.09	17314926220949.50	4675.03	865746311047.48
2027	5223.80	19347399063869.50	15671.39	19347399063869.50	5223.80	967369953193.47
2028	5766.73	21358255906455.60	17300.19	21358255906455.60	5766.73	1067912795322.78
2029	5731.35	21227232624320.50	17194.06	21227232624320.50	5731.35	1061361631216.03
2030	5698.13	21104170450653.70	17094.38	21104170450653.70	5698.13	1055208522532.68
2031	5672.01	21007448085898.10	17016.03	21007448085898.10	5672.01	1050372404294.91
2032	5648.65	20920920872103.50	16945.95	20920920872103.50	5648.65	1046046043605.18
2033	5628.18	20845129351031.10	16884.55	20845129351031.10	5628.18	1042256467551.56
2034	5610.75	20780566555173.00	16832.26	20780566555173.00	5610.75	1039028327758.65
2035	5596.48	20727715497503.90	16789.45	20727715497503.90	5596.48	1036385774875.20
2036	5585.51	20687085375141.90	16756.54	20687085375141.90	5585.51	1034354268757.10
2037	5577.97	20659143734839.50	16733.91	20659143734839.50	5577.97	1032957186741.97
2038	5573.95	20644253821840.30	16721.85	20644253821840.30	5573.95	1032212691092.02

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.



Tabela 4.40 – Estimativa da concentração e remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes, sem tratamento e com diferentes tipos de tratamento para área urbana.

ANO	POPULAÇÃO URBANA											
	População (hab)	Percentual de atendimento com coleta e tratamento anual	População atendida com coleta e tratamento (hab)	Vazão média de esgoto (m³/dia)	Carga per capita DBO (g/hab.dia)	Carga per capita de coliformes termotolerantes (org/hab.dia)	Esgoto Bruto (Concentração)		Tratamento Preliminar		Tratamento Primário	
							DBO (mg/l)	Coliformes Termotolerantes (org/ml)	DBO (mg/l)	Coliformes Termotolerantes (org/ml)	DBO (mg/l)	Coliformes Termotolerantes (org/ml)
2018	1153	0%	0	293.69	54	100000000000.00	212.01	392604.57	0	0	0	0
2019	1143	10%	114	293.25	54	100000000000.00	210.49	389799.54	19.996716	38979.954	13.681964	25336.97
2020	1133	20%	227	292.84	54	100000000000.00	209.01	387049.2	39.711248	77409.841	27.170854	50316.397
2021	1124	30%	337	292.46	54	100000000000.00	207.55	384354.13	59.15	115306.24	40.47	74949.056
2022	1115	40%	446	292.11	54	100000000000.00	206.13	381717.47	78.33	152686.99	53.59	99246.541
2023	1106	50%	553	291.79	54	100000000000.00	204.74	379143.75	97.25	189571.87	66.54	123221.72
2024	1098	60%	659	291.51	54	100000000000.00	203.38	376638.41	115.93	225983.05	79.32	146888.98
2025	1090	70%	763	291.25	54	100000000000.00	202.07	374203.84	134.38	261942.69	91.94	170262.75
2026	1082	80%	866	291.03	54	100000000000.00	200.80	371843.32	152.60	297474.66	104.41	193358.53
2027	1075	90%	967	290.85	54	100000000000.00	199.56	369560.55	170.63	332604.49	116.74	216192.92
2028	1068	100%	1068	290.70	54	100000000000.00	198.37	367360.54	188.46	367360.54	128.94	238784.35
2029	1061	100%	1061	290.59	54	100000000000.00	197.23	365245.8	187.37	365245.8	128.20	237409.77
2030	1055	100%	1055	290.52	54	100000000000.00	196.14	363218.71	186.33	363218.71	127.49	236092.16
2031	1050	100%	1050	290.57	54	100000000000.00	195.20	361486.68	185.44	361486.68	126.88	234966.34
2032	1046	100%	1046	290.67	54	100000000000.00	194.33	359870.11	184.61	359870.11	126.31	233915.57
2033	1042	100%	1042	290.83	54	100000000000.00	193.52	358375.78	183.85	358375.78	125.79	232944.26
2034	1039	100%	1039	291.04	54	100000000000.00	192.79	357009.85	183.15	357009.85	125.31	232056.4
2035	1036	100%	1036	291.30	54	100000000000.00	192.12	355778.27	182.51	355778.27	124.88	231255.87
2036	1034	100%	1034	291.62	54	100000000000.00	191.53	354687.14	181.95	354687.14	124.50	230546.64
2037	1033	100%	1033	292.01	54	100000000000.00	191.02	353741.93	181.47	353741.93	124.16	229932.26
2038	1032	100%	1032	292.46	54	100000000000.00	190.59	352946.78	181.06	352946.78	123.88	229415.41



Tabela 4.39 – Estimativa da carga orgânica e remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes, sem tratamento e com diferentes tipos de tratamento para área urbana. *(Continuação)*.

ANO	POPULAÇÃO URBANA					
	Reator Biológico		UASB		UASB seguido de Lagoa	
	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)
2018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2019	617.27	2286173854986.88	1851.80	2286173854986.88	617.27	114308692749.34
2020	1224.12	4533782655368.46	3672.36	4533782655368.46	1224.12	226689132768.42
2021	1821.04	6744575960194.51	5463.11	6744575960194.51	1821.04	337228798009.73
2022	2408.50	8920382766013.28	7225.51	8920382766013.28	2408.50	446019138300.67
2023	2987.06	11063174973103.40	8961.17	11063174973103.40	2987.06	553158748655.17
2024	3557.28	13175101472814.00	10671.83	13175101472814.00	3557.28	658755073640.70
2025	4119.73	15258275256903.70	12359.20	15258275256903.70	4119.73	762913762845.19
2026	4675.03	17314926220949.50	14025.09	17314926220949.50	4675.03	865746311047.48
2027	5223.80	19347399063869.50	15671.39	19347399063869.50	5223.80	967369953193.47
2028	5766.73	21358255906455.60	17300.19	21358255906455.60	5766.73	1067912795322.78
2029	5731.35	21227232624320.50	17194.06	21227232624320.50	5731.35	1061361631216.03
2030	5698.13	21104170450653.70	17094.38	21104170450653.70	5698.13	1055208522532.68
2031	5672.01	21007448085898.10	17016.03	21007448085898.10	5672.01	1050372404294.91
2032	5648.65	20920920872103.50	16945.95	20920920872103.50	5648.65	1046046043605.18
2033	5628.18	20845129351031.10	16884.55	20845129351031.10	5628.18	1042256467551.56
2034	5610.75	20780566555173.00	16832.26	20780566555173.00	5610.75	1039028327758.65
2035	5596.48	20727715497503.90	16789.45	20727715497503.90	5596.48	1036385774875.20
2036	5585.51	20687085375141.90	16756.54	20687085375141.90	5585.51	1034354268757.10
2037	5577.97	20659143734839.50	16733.91	20659143734839.50	5577.97	1032957186741.97
2038	5573.95	20644253821840.30	16721.85	20644253821840.30	5573.95	1032212691092.02

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.



Tabela 4.40 – Estimativa da concentração e remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes, sem tratamento e com diferentes tipos de tratamento para área urbana.
(Continuação).

ANO	POPULAÇÃO URBANA							
	Lagoa facultativa seguida de uma lagoa de maturação		Lagoa facultativa seguida de duas lagoas de maturação		Lagoa anaeróbia facultativa		Lodo ativado	
	DBO (mg/l)	Coliformes Termotolerantes (org/ml)	DBO (mg/l)	Coliformes Termotolerantes (org/ml)	DBO (mg/l)	Coliformes Termotolerantes (org/ml)	DBO (mg/l)	Coliformes Termotolerantes (org/ml)
2018	0	0	0	0	0	0	0	0
2019	6.5252442	1181.0926	6.5252442	257.26769	4.209835	389.79954	2.1049175	3897.9954
2020	12.958407	2345.5182	12.958407	510.90495	8.3602628	774.09841	4.1801314	7740.9841
2021	19.302265	3493.7791	19.302265	761.02118	12.45	1153.0624	6.23	11530.624
2022	25.559802	4626.4157	25.559802	1007.7341	16.49	1526.8699	8.25	15268.699
2023	31.734332	5744.0278	31.734332	1251.1744	20.47	1895.7187	10.24	18957.187
2024	37.829562	6847.2863	37.829562	1491.4881	24.41	2259.8305	12.20	22598.305
2025	43.849205	7936.8634	43.849205	1728.8217	28.29	2619.4269	14.14	26194.269
2026	49.797257	9013.482	49.797257	1963.3327	32.13	2974.7466	16.06	29747.466
2027	55.677992	10077.916	55.677992	2195.1897	35.92	3326.0449	17.96	33260.449
2028	61.496155	11131.024	61.496155	2424.5796	39.67	3673.6054	19.84	36736.054
2029	61.142147	11066.948	61.142147	2410.6223	39.45	3652.458	19.72	36524.58
2030	60.802811	11005.527	60.802811	2397.2435	39.23	3632.1871	19.61	36321.871
2031	60.512871	10953.047	60.512871	2385.8121	39.04	3614.8668	19.52	36148.668
2032	60.242257	10904.064	60.242257	2375.1427	38.87	3598.7011	19.43	35987.011
2033	59.992105	10858.786	59.992105	2365.2801	38.70	3583.7578	19.35	35837.578
2034	59.763449	10817.398	59.763449	2356.265	38.56	3570.0985	19.28	35700.985
2035	59.557282	10780.082	59.557282	2348.1366	38.42	3557.7827	19.21	35577.827
2036	59.374627	10747.02	59.374627	2340.9351	38.31	3546.8714	19.15	35468.714
2037	59.2164	10718.381	59.2164	2334.6968	38.20	3537.4193	19.10	35374.193
2038	59.083291	10694.287	59.083291	2329.4488	38.12	3529.4678	19.06	35294.678

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.



Tabela 4.39 – Estimativa da carga orgânica e remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes, sem tratamento e com diferentes tipos de tratamento para área urbana. (Continuação).

ANO	POPULAÇÃO URBANA					
	Reator Biológico		UASB		UASB seguido de Lagoa	
	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)
2018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2019	617.27	2286173854986.88	1851.80	2286173854986.88	617.27	114308692749.34
2020	1224.12	4533782655368.46	3672.36	4533782655368.46	1224.12	226689132768.42
2021	1821.04	6744575960194.51	5463.11	6744575960194.51	1821.04	337228798009.73
2022	2408.50	8920382766013.28	7225.51	8920382766013.28	2408.50	446019138300.67
2023	2987.06	11063174973103.40	8961.17	11063174973103.40	2987.06	553158748655.17
2024	3557.28	13175101472814.00	10671.83	13175101472814.00	3557.28	658755073640.70
2025	4119.73	15258275256903.70	12359.20	15258275256903.70	4119.73	762913762845.19
2026	4675.03	17314926220949.50	14025.09	17314926220949.50	4675.03	865746311047.48
2027	5223.80	19347399063869.50	15671.39	19347399063869.50	5223.80	967369953193.47
2028	5766.73	21358255906455.60	17300.19	21358255906455.60	5766.73	1067912795322.78
2029	5731.35	21227232624320.50	17194.06	21227232624320.50	5731.35	1061361631216.03
2030	5698.13	21104170450653.70	17094.38	21104170450653.70	5698.13	1055208522532.68
2031	5672.01	21007448085898.10	17016.03	21007448085898.10	5672.01	1050372404294.91
2032	5648.65	20920920872103.50	16945.95	20920920872103.50	5648.65	1046046043605.18
2033	5628.18	20845129351031.10	16884.55	20845129351031.10	5628.18	1042256467551.56
2034	5610.75	20780566555173.00	16832.26	20780566555173.00	5610.75	1039028327758.65
2035	5596.48	20727715497503.90	16789.45	20727715497503.90	5596.48	1036385774875.20
2036	5585.51	20687085375141.90	16756.54	20687085375141.90	5585.51	1034354268757.10
2037	5577.97	20659143734839.50	16733.91	20659143734839.50	5577.97	1032957186741.97
2038	5573.95	20644253821840.30	16721.85	20644253821840.30	5573.95	1032212691092.02

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Tabela 4.40 – Estimativa da concentração e remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes, sem tratamento e com diferentes tipos de tratamento para área urbana.
(Continuação).

ANO	POPULAÇÃO URBANA					
	Reator Biológico		UASB		UASB seguido de Lagoa	
	DBO (mg/l)	Coliformes Termotolerantes (org/ml)	DBO (mg/l)	Coliformes Termotolerantes (org/ml)	DBO (mg/l)	Coliformes Termotolerantes (org/ml)
2018	0	0	0	0	0	0
2019	2.1049175	7795.9907	6.3147525	7795.9907	2.1049175	389.79954
2020	4.1801314	15481.968	12.540394	15481.968	4.1801314	774.09841
2021	6.23	23061.248	18.68	23061.248	6.23	1153.0624
2022	8.25	30537.397	24.74	30537.397	8.25	1526.8699
2023	10.24	37914.375	30.71	37914.375	10.24	1895.7187
2024	12.20	45196.61	36.61	45196.61	12.20	2259.8305
2025	14.14	52388.537	42.43	52388.537	14.14	2619.4269
2026	16.06	59494.931	48.19	59494.931	16.06	2974.7466
2027	17.96	66520.899	53.88	66520.899	17.96	3326.0449
2028	19.84	73472.109	59.51	73472.109	19.84	3673.6054
2029	19.72	73049.161	59.17	73049.161	19.72	3652.458
2030	19.61	72643.741	58.84	72643.741	19.61	3632.1871
2031	19.52	72297.337	58.56	72297.337	19.52	3614.8668
2032	19.43	71974.022	58.30	71974.022	19.43	3598.7011
2033	19.35	71675.156	58.06	71675.156	19.35	3583.7578
2034	19.28	71401.97	57.84	71401.97	19.28	3570.0985
2035	19.21	71155.654	57.64	71155.654	19.21	3557.7827
2036	19.15	70937.427	57.46	70937.427	19.15	3546.8714
2037	19.10	70748.387	57.31	70748.387	19.10	3537.4193
2038	19.06	70589.356	57.18	70589.356	19.06	3529.4678

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Pela análise da **Tabela 4.39** e **Tabela 4.40**, verifica-se que a carga de DBO e coliformes totais para início de plano é de 62,26 kg/dia e $1,15E+14$ de organismo/dia, respectivamente, e para final de plano é 55,73 kg DBO/dia e $1,03E+14$ de organismo/dia de coliformes fecais sem tratamento. As concentrações de DBO e coliformes fecais sem tratamento para início de plano são de 212,01 mg/l e $3,92E+5$ organismo/ml, respectivamente, e para final de plano 190,59 mg/l e $3,52E+5$ organismo/ml.

Constata-se que o sistema de tratamento com melhor eficiência para remoção de DBO são Lodo Ativado, Reator Biológico e UASB seguido de Lagoa uma vez que eles apresentaram igualmente as menores concentrações de DBO no esgoto tratado. Vale ressaltar, que estes sistemas necessitam de maiores investimentos para implantação e operação. Mesmo não sendo tão eficiente quanto as soluções supracitadas em aspecto de remoção de DBO, o uso de lagoa facultativa seguida de duas de maturação, por outro lado destaca-se na melhor eficiência na remoção de coliformes fecais

Sugere-se que o município contrate um profissional habilitado para elaboração do projeto executivo onde deverá tomar como base os estudos ora realizados e apontar a melhor alternativa técnica, econômica e financeira conforme a realidade local.

4.4.3 Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada

A universalização da prestação do serviço de esgotamento sanitário pode ser garantida a partir da coleta e tratamento dos esgotos e disposição final do efluente e lodo gerados em quantidade e qualidade satisfatórias para a população de todo o município, abrangendo tanto a área urbana quanto a rural, incluindo áreas especiais. Comumente observa-se que a realidade da zona urbana do município difere acentuadamente da zona rural e áreas especiais, assim é necessário que estudos distintos sejam realizados para o atendimento das necessidades identificadas no Diagnóstico técnico-Participativo.

A escolha de um sistema de tratamento de esgoto deve ser baseada em estudo técnico criterioso das alternativas, uma vez que não há um sistema único que atenda a todas as condições técnicas e econômicas, qualquer que seja a população de projeto e as condições locais (FORESTI, 2013). Contudo, faz-se necessário observar algumas considerações na escolha da melhor tecnologia a ser adotada para tratamento de esgotos, sendo estas:

- Eficiência do tratamento: se este será capaz de enquadrar o esgoto nos parâmetros de lançamento estabelecidos pelas Resoluções Conama nº 357/2005, 410/2009 e 430/2011;

- Área disponível para implantação da ETE: dependendo do sistema de tratamento escolhido há um requisito de área para implantação;
- Demanda de energia;
- Custos de implantação e operação dos sistemas;
- Quantidade de lodo gerado para um posterior tratamento;
- Facilidade operacional.

No que se refere à área para locação da ETE, por exemplo, devem-se avaliar tecnicamente diversos fatores, entre os quais estão: características do solo, topografia e declividade do terreno, geologia e hidrogeologia do local, controle da poluição da água superficial, legislação vigente acerca do uso e ocupação do solo. De acordo com Von Sperling (2014), na fase de estudos preliminares para seleção do local para a ETE, além dos fatores citados anteriormente, devem ser considerados nível de cheia, distância de interceptação, acessibilidade, proximidade de residências, impactos ambientais, economia, direção do vento, etc.

Além disso, no Estado do Rio Grande do Norte a escolha da área para implantação de uma ETE deve-se observar as distâncias mínimas previstas na Resolução CONEMA nº 02/2009, para estabelecimento das Faixas de Proteção e de Uso Restrito do Solo no entorno de ETE do tipo lagoas de estabilização, com vistas a minimizar a possibilidade de percepção de odores provenientes das mesmas nas áreas circunvizinhas, bem como controlar os impactos das referidas ETE sobre o meio ambiente. Tais distâncias, que variam em função do porte da ETE são apresentadas na **Tabela 4.41**.

Tabela 4.41 - Faixas de uso do solo no entorno da ETE (Lagoas de estabilização)

Faixa de proteção sanitária (Z) no entorno das unidades* da ETE, incorporada à área da mesma		Faixa de uso restrito no entorno da área da ETE	
		À montante ou paralelo do sentido dos ventos dominantes (X1)	À jusante do sentido dos ventos dominantes (X2)
Micro ou pequeno porte**	50m	50 m	100 m
Médio, grande ou excepcional porte**	100 m	100 m	200 m

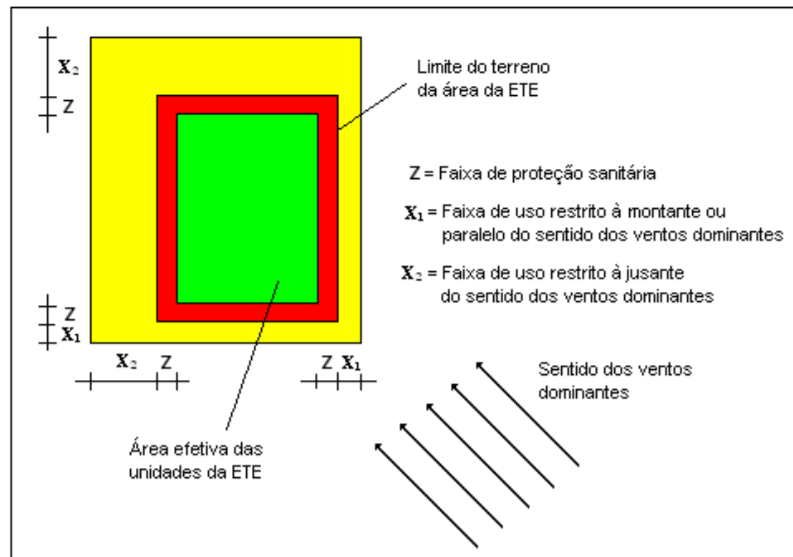
*Unidades da ETE: unidades do tratamento preliminar + leito de secagem + lagoas de estabilização.

**Classificação de acordo com a Tabela VII. Atividades de Saneamento Básico, constante na Resolução CONEMA N.º 04/2006, alterada pela Resolução CONEMA N.º 01/2009.

Fonte: Rio Grande do Norte, 2009.

Para melhor entendimento da forma de delimitação das faixas supracitadas, apresenta-se na **Figura 4.14** um esquema demonstrativo, extraído da Resolução CONEMA nº 02/2009.

Figura 4.14 - Faixa de proteção sanitária e Faixa de uso restrito no entorno da área da ETE.



Fonte: Rio Grande do Norte, 2009.

Com relação a faixa de uso registro, a referida resolução estabelece permissões e proibições de acordo com o tipo de atividade a ser desenvolvida, sendo essas definições expostas na **Tabela 4.42**.

Tabela 4.42 – Tipos de usos para a faixa de uso restrito.

Faixa de proteção sanitária no entorno das unidades da ETE, incorporada à área da mesma	Faixa de uso restrito no entorno da área da ETE	
	À montante ou paralelo do sentido dos ventos dominantes	À jusante do sentido dos ventos dominantes
Uso interno para atividades de operação e manutenção das unidades da ETE. Fica proibida a ocupação com novas unidades de tratamento dentro da faixa de proteção	- Usos permitidos: ✓ agricultura ✓ pecuária ✓ cemitério ✓ lagoas de captação/infiltração de águas pluviais - Usos não permitidos ✓ residencial/comercial ✓ hospitais/clínicas ✓ colégios, hotéis/pousadas ✓ igrejas	
	Obs.: Outras alternativas de uso o IDEMA analisará cada caso.	

Fonte: Rio Grande do Norte, 2009.

Destaca-se ainda que durante a fase de estudo de concepção de sistemas de esgotamento sanitário, deve ser obedecido, entre outras normas e legislações, a ABNT NBR 9648:1986 que fixa as condições exigíveis no desenvolvimento de projeto de todas ou qualquer das partes que constituem o sistema, observada a regulamentação específica das entidades responsáveis pelo planejamento e desenvolvimento do sistema de esgoto sanitário.



A partir da análise das alternativas para os sistemas de tratamento de esgotos que atendem às restrições quanto à qualidade do efluente a ser produzido, é realizada a análise dos custos de implantação e operação de cada uma das alternativas, uma vez que a seleção do sistema adotado será baseada principalmente na análise financeira. Ressalta-se que todas as alternativas deverão ser similares quanto ao desempenho técnico.

Von Sperling (2014) apresenta uma comparação quantitativa em relação aos principais sistemas de tratamento de esgotos, expressos em valores *per capita* (**Tabela 4.43**).

Tabela 4.43 - Características típicas de diversos sistemas de tratamento de esgotos, expressos em valores per capita.

SISTEMAS DE TRATAMENTO	Demanda de área (m²/hab)	Potência para aeração		Volume de lodo		Custos	
		Potência instalada (W/hab)	Potência consumida (kWh/hab.ano)	Lodo líquido a ser tratado (L/hab.ano)	Lodo desidratado a ser disposto (L/hab.ano)	Implantação (R\$/hab)	Operação e manutenção (RS/hab.ano)
Tratamento primário (tanques sépticos)	0,03-0,05	0	0	110-360	15-35	80-150	4-8
Tratamento primário convencional	0,02-0,04	0	0	330-730	15-40	80-150	4-8
Lagoa facultativa	2-4	0	0	35-90	15-30	100-160	5-8
Lagoa anaeróbia – lagoa facultativa	1,5-3,0	0	0	55-160	20-60	90-140	5-8
Lagoa aerada facultativa	0,25-0,5	1,2-2,0	11-18	30-220	7-30	120-200	10-20
Lagoa aer. mist. comp.– lagoa de decantação	0,2-0,4	1,8-2,5	16-22	55-360	10-35	120-200	10-20
Infiltração lenta	10-50	0	0	-	-	50-200	2-6
Infiltração rápida	1,0-6,0	0	0	-	-	50-200	3-8
Escoamento superficial	2,0-3,5	0	0	-	-	80-200	5-10
Sistemas alagados construídos (<i>wetlands</i>)	1,0-5,0	0	0	-	-	100-200	5-10
Tanque séptico + filtro anaeróbio	0,2-0,35	0	0	180-1000	25-50	160-300	12-20
Reator UASB	0,03-0,10	0	0	70-220	10-35	40-120	6-10
UASB + lodos ativados	0,08-0,2	1,8-3,5	14-20	180-400	15-60	120-250	15-30
UASB + biofiltro aerado submerso	0,05-0,15	1,8-3,5	14-20	180-400	15-55	120-250	15-30
UASB + filtro anaeróbio	0,05-0,15	0	0	150-300	10-50	140-220	8-15
UASB + lagoas de polimento/maturação	1,5-2,5	0	0	150-250	10-35	180-450	7-14
Lodos ativados convencional	0,12-0,25	2,5-4,5	18-26	1100-3000	35-90	240-300	20-40
Lodos ativados - aeração prolongada	0,12-0,25	3,5-5,5	20-35	1200-2000	40-105	200-270	20-40
Filtro biológico de baixa carga	0,15-0,3	0	0	360-1100	35-80	150-300	20-30
Filtro biológico de alta carga	0,12-0,25	0	0	500-1900	35-80	150-300	20-30

Fonte: Adaptado de Von Sperling, 2014.

Nota: Os custos per capita aplicam-se dentro das faixas populacionais típicas de utilização de cada sistema de tratamento. Naturalmente que os custos variam sobremaneira em função das condições locais, e são colocados na Tabela apenas para se ter uma noção da ordem de grandeza.



A partir dos dados e informações coletados no diagnóstico, e ainda de acordo com os estudos realizados nos tópicos anteriores, recomenda-se as seguintes intervenções listadas na **Tabela 4.44**, para o município de Monte das Gameleiras.

Tabela 4.44 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Urbana, em relação ao sistema de esgotamento sanitário.

Zona Urbana			
Componentes do Sistema de esgotamento sanitário	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Definição de alternativas de tratamento	1. Implantação de sistema de tratamento público de esgoto para toda a sede; 2. Eliminar as fossas rudimentares. 3. Adequar as pocilgas.	1. Elaborar projeto de sistema de tratamento mais adequado ao município. 2. Proibir os sistemas de tratamentos individuais inadequados para a região; 3. Coibir o uso de fossas rudimentares. 4. Elaborar projeto para adequação das pocilgas existentes	
Ligações de esgoto	1. Atualização dos cadastros das ligações existentes; 2. Implantar ligações em 100% das residências da sede.	1. Realizar e manter atualizado o cadastro técnico e comercial das ligações existentes; 2. Incentivar a execução de ligações na rede coletora.	
Rede de coleta	1. Cadastro da rede coletora; 2. Rede coletora em 100% da sede. 3. Manutenção regular da rede coletora.	1. Realizar cadastro técnico e comercial da rede coletora; 2. Ampliar a infraestrutura da rede coletora; 3. Planejar e realizar manutenções regulares na rede coletora.	
Poços de visita	1. Cadastro dos poços de visita. 2. Manutenção regular dos poços de visita.	1. Realizar cadastro técnico e comercial dos poços de visita existentes; 2. Planejar e realizar manutenções regulares nos poços de visita; 3. Implantar poços de visita nas áreas em que houver ampliação da rede coletora.	
Estação elevatória de esgoto bruto	-	1. Realizar estudo para verificar a necessidade de implantação de uma estação elevatória de esgoto bruto para o SES da sede.	
Estação elevatória de esgoto tratado	-	1. Realizar estudo para verificar a necessidade de implantação de uma estação elevatória de esgoto tratado para o SES da sede.	
Produção de esgoto tratado	2021 – 3,38 L/s 2027 – 3,36 L/s 2033 – 3,36 L/s	1. Monitorar a quantidade de esgoto tratado	



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB
Prospectiva e Planejamento Estratégico

169



Zona Urbana			
Componentes do Sistema de esgotamento sanitário	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
	2038 – 3,38 L/s	2.Aumentar a taxa de produção de esgoto tratado, com a futura ampliação do sistema de tratamento coletivo;	
Disposição Final	1.Adequação da disposição final do esgoto; 2.Eliminar os lançamentos irregulares no município.	1.Realizar o mapeamento e caracterização dos pontos de lançamentos irregulares de esgoto na sede; 2. Promover ações de educação sanitária para sensibilizar a população quanto aos riscos dos despejos de irregulares de esgoto e o uso inadequado do SES; 3.Realizar estudo de alternativas de reuso do efluente tratado.	

Fonte: Comitê Executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Nas áreas rurais de Monte das Gameleiras a indicação é para que sejam feitas soluções individuais que tenham como principais características os baixos custos de implantação e fácil manutenção, com exceção nos distritos, para os quais devem ser elaborados estudos em prazo imediato para se avaliar qual a melhor alternativa de sistema para atendimento das demandas.

A literatura especializada em saneamento básico apresenta uma diversidade de técnicas de dimensionamento e tratamento de esgotos domésticos capazes de atender sistemas descentralizados, direcionadas para pequenas unidades de tratamento, abrangendo sistemas individuais e de pequenas comunidades, possíveis de oferecer solução às realidades existentes no município aliadas a bom desempenho, segurança sanitária e baixo custo.

Segundo o Manual de Saneamento da Funasa (2006), para atendimento unifamiliar podem ser adotados sistemas individuais que consistem no lançamento dos esgotos domésticos gerados em uma unidade habitacional, usualmente em fossa séptica, seguida de dispositivo de infiltração no solo (sumidouro, irrigação subsuperficial) e wetlands. Tais sistemas podem funcionar satisfatória e economicamente se as habitações forem esparsas (grandes lotes com elevada porcentagem de área livre e/ou em meio rural), se o solo apresentar boas condições de infiltração e, ainda, se o nível de água subterrânea se encontrar a uma profundidade adequada, de forma a evitar o risco de contaminação por microrganismos transmissores de doenças.

A **Tabela 4.45** mostra a eficiência do uso combinado entre o tanque séptico e demais tipos de tratamentos. A **Tabela 4.46**, por sua vez, mostra as principais características dos processos de tratamento, excluindo-se tanque séptico. Essas informações são necessárias para subsidiar a escolha da melhor solução para as comunidades rurais.

Tabela 4.45 - Faixas prováveis de remoção dos poluentes, conforme o tipo de tratamento, consideradas em conjunto com o tanque séptico.

PARÂMETRO	REMOÇÃO DE POLUENTES EM PROCESSO COMBINADO (%)					
	Filtro anaeróbio submerso	Filtro de areia	Filtro aeróbio	Vala de filtração	Lodo ativado por batelada	Lagoa com plantas
DBO _{5,20}	40 a 75	60 a 95	50 a 85	50 a 80	70 a 95	70 a 90
DQO	40 a 70	50 a 80	40 a 75	40 a 75	60 a 90	70 a 85
Sólidos Não Filtráveis	60 a 90	80 a 95	70 a 95	70 a 95	80 a 95	70 a 95

PARÂMETRO	REMOÇÃO DE POLUENTES EM PROCESSO COMBINADO (%)					
	Filtro anaeróbio submerso	Filtro de areia	Filtro aeróbio	Vala de filtração	Lodo ativado por batelada	Lagoa com plantas
Sólidos Sedimentáveis	70 ou mais	99 ou mais	100	100	90 a 100	100
Nitrogênio Amoniacal	-	30 a 80	50 a 80	50 a 80	60 a 90	70 a 90
Nitrato	-	30 a 70	30 a 70	30 a 70	30 a 70	50 a 80
Fosfato	20 a 50	30 a 70	30 a 70	30 a 70	50 a 90	70 a 90
Coliformes Fecais	-	-	99 ou mais	99,5 ou mais	-	-

Fonte: NBR 13.969/1997.

Tabela 4.46 - Algumas características dos processos de tratamento recomendados para áreas rurais (exclui tanque séptico).

Característica	Processo					
	Filtro anaeróbio submerso	Filtro aeróbio	Filtro de areia	Vala de filtração	Lodo ativado por batelada	Lagoa com plantas
�rea necessária	Reduzida	Reduzida	Média	Média	Média	Média
Operação	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples
Custo operacional	Baixo	Alto	Médio	Baixo	Alto	Baixo
Manutenção	Simples	Simples	Simples	Simples	Média complexidade	Simples
Odor/cor no efluente	Sim	Não	Não	Não	Não	Não

Fonte: NBR 13.969/1997.

Sendo assim, com base nos dados e informações coletados no diagnóstico, e ainda de acordo com o apresentado na **Tabela 4.45** e **Tabela 4.46**, recomenda-se as seguintes intervenções listadas na **Tabela 4.47** para a zona rural e áreas especiais do município de Monte das Gameleiras.

Tabela 4.47 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural e Áreas Especiais, em relação ao sistema de esgotamento sanitário.

Zona Rural e Áreas Especiais - Comunidades			
Componentes do Sistema de esgotamento sanitário	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Definição de alternativas de tratamento	1.Ausência de sistema de tratamento público de esgoto; 2.Baixa existência de tratamentos individuais (fossa séptica); 3. Elevada existência de fossas rudimentares; 4. Precariedade nas estruturas sanitárias dos domicílios.	1. Realizar estudo de viabilidade para implantação de soluções individuais e/ou coletivas nas comunidades rurais, considerando as particularidades de cada uma delas; 2. Coibir o uso de fossas rudimentares; 3. Participar de editais para obtenção de recursos financeiros para implantação de projeto de melhorias sanitárias; 4. Oferecer auxílio técnico e financeiro para a instalação de fossas sépticas que atendam aos padrões das normas vigentes; 5. Realizar estudo de viabilidade para construção de ETE para tratamento dos lodos de fossas sépticas.	
Produção de esgoto tratado	1.Baixa produção de esgoto tratado	1. Aumentar a taxa de produção de esgoto tratado, com futura implantação de adequado sistema de tratamento individuais;	
Disposição Final	1.Adequação da disposição final de esgoto	1.Ofertar limpeza/esgotamento periódico das fossas implantadas com caminhões limpa fossa, conforme demanda das comunidades; 2. Promover ações de educação sanitária para sensibilizar a população quanto aos riscos dos despejos de irregulares de esgoto e o uso inadequado do SES. 3. Elaborar projeto para implantação de sistemas simplificados de reúso de águas residuais no âmbito rural e áreas especiais.	

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Destaca-se que na revisão do PMSB deve-se reavaliar as alternativas técnicas adotadas, uma vez que haverá maior disponibilidade de dados, o que tornar  possível a realiza o de uma avalia o mais minuciosa acerca da eficiência do sistema planejado e instalado até o momento de cada revisão.

4.4.4 Compara o das alternativas de tratamento local ou centralizado dos esgotos

A avalia o e sele o da tecnologia mais adequada para o tratamento de esgotos domésticos devem considerar a concep o do sistema de tratamento, os custos relativos à constru o, opera o e manuten o, assim como a repara o e substitui o do sistema nos casos em que for preciso. As técnicas existentes para o tratamento de esgotos domésticos incluem duas abordagens básicas: centralizadas ou descentralizadas (MOUSSAVI et al., 2010).

Quando se fala em “saneamento descentralizado” entende-se que não existe apenas uma Esta o de Tratamento de Esgotos (ETE) destinada a uma popula o de uma área específica, mas uma variedade de sistemas que servem a mais de uma área ou popula o (LIBRALATO et al., 2012). Estes sistemas são geralmente mais acessíveis, socialmente responsáveis e ambientalmente benéficos (NAPHI, 2004).

As formas de tratamento de esgotos de maneira descentralizada podem ser entendidas como “*on site*” (no local) ou ainda como sistemas “*cluster*” (em grupo). No sistema *on site* ocorre a coleta, transporte, tratamento, destina o final e reutiliza o de águas residuárias provenientes de uma única residência ou edifício. Por sua vez, o sistema *cluster* caracteriza-se por coletar as águas residuárias provenientes de duas ou mais residência ou edifícios, e posteriormente, transportar para um local adequado para o seu tratamento e disposi o final (USEPA, 2004).

Os sistemas de tratamento de esgoto sanitário descentralizados partem de uma lógica diferente do paradigma técnico corrente, uma vez que exigem a participa o das comunidades usuárias, as quais assumem a responsabilidade pela constru o ou opera o de métodos tradicionais de tratamento, tais como, fossas, tanques sépticos e poços de infiltra o (ORTUSTE, 2012).

Em rela o aos sistemas de esgotos centralizados, observa-se que estes são sistemas de esgotamento sanitário públicos e coletivos, que possuem uma ETE como sua unidade de referência centralizada que recebem todos os esgotos coletados e

transportados, sendo assim denominados “sistemas centralizados”. Em seus limites insere-se uma ou mais bacias de esgotamento sanitário e toda a abrangência da área urbana atendida pela rede coletora de esgotos. Para a ETE convergem todos os esgotos gerados nos limites do sistema de esgotamento sanitário.

Geralmente nos sistemas centralizados as estações de tratamento são construídas nas regiões periféricas das cidades. Trata-se de um sistema de tratamento que envolve um conjunto de equipamentos e instalações destinados a coletar, transportar, tratar e destinar de maneira segura grandes volumes de esgotos domésticos (SURIYACHAN et al., 2012). Com isso, gera-se um mecanismo de exportação do esgoto de uma região para outra, os quais, normalmente, são gerenciados por órgãos públicos.

A falta de terrenos adequados e o custo de implementação e operação de unidades de maior porte tem trazido questionamentos sobre os limites dessa abordagem, especialmente em área cuja densidade populacional não justifique os ganhos em escala alcançados pela operação de sistemas complexos. Ademais, destaca-se o potencial conflito social gerado pela instalação de uma unidade de tratamento de grande porte em determinado local, ou a consequente desvalorização imobiliária que esta localidade venha a receber.

No Brasil, devido às baixas taxas de tratamento de esgotamento sanitário e à falta de investimentos, procurou-se minimizar estes problemas, através da construção das estações em etapas ou módulos, reduzindo os custos e a necessidade de contrair empréstimos para a implantação de sistemas de tratamento. Essa solução, no entanto, depende de um forte comprometimento dos gestores públicos para que os investimentos sejam continuados (ROQUE, 1997).

São conhecidos vários processos de tratamento que podem ser utilizados pelas comunidades. Sua adoção dependerá das características socioeconômicas locais e das políticas públicas vigentes. No entanto, considerando os critérios abordados, o uso de sistemas de baixo *input* energético e tecnológico, tais como, tanques sépticos e lagoas (anaeróbias e/ou facultativa), tem se destacado devido a facilidade operacional, em países como Colômbia, Brasil e Índia (MASSOUD, 2008). De acordo com Rodriguez (2009), a decisão da melhor alternativa deve ser ponderada através de critérios técnicos (eficiência de remoção do processo, necessidade de área e construção, consumo energético), econômicos, (custo de reversão, operação, energético, operação e manutenção, vida útil) e ambientais (subprodutos gerados e possível reutilização).

Os sistemas centralizados exigem menos participação e conscientização pública, porém o seu tratamento requer mais energia e materiais, aumentando o custo. Por outro lado, os sistemas descentralizados tratam as águas residuárias de casas e prédios individualmente, realizando o tratamento e o descarte próximo ao ponto de geração (USEPA, 2004).

Estudos comparativos entre gestão centralizada e descentralizada em comunidades rurais revelam que os sistemas descentralizados são geralmente mais eficazes para essas localidades do que os sistemas centralizados (MASSOUD et al., 2009).

No tratamento centralizado existe a vantagem de que os sistemas não exigirem participação direta do usuário, pois se encontram longe do local de geração e a rotina operacional funciona através de uma companhia de saneamento. O tratamento descentralizado por sua vez requer maior participação do usuário e a operação não adequada pode causar impacto e riscos à saúde em localidades vizinhas.

A escolha do tipo de tratamento dependerá de uma análise específica para cada caso, com a possibilidade de coexistência entre os sistemas, com vários níveis de aplicabilidade. A gestão descentralizada do tratamento oferece muitos benefícios, que podem ser alcançados através da incorporação de tecnologias avançadas e inovadoras dos sistemas de tratamento biológico que, muitas vezes, não são rentáveis para os sistemas centralizados.

No município de Monte das Gameleiras, em virtude de operacionalidade e topografia local, entende-se que a opção pelo tratamento a ser adotada será o de forma centralizada para a área urbana.

Conforme descrito no diagnóstico, grande parte da área urbana do município possui rede de esgotamento sanitário, porém cerca de 35% das residências não estão ligadas à mesma. Verifica-se que as áreas sem coleta de esgoto têm algumas unidades de fossa séptica e a grande maioria das edificações dessa área utilizam fossas negras (rudimentares), inclusive com lançamento das águas cinzas a céu aberto, apresentando, portanto, o formato do sistema descentralizado. Nesse sistema não há manutenção do sistema pelo usuário, bem como não há a inspeção pelo município nos sistemas adotados, apenas o serviço de limpeza/descarga das fossas quando solicitada.

Ressalta-se a importância de considerar a oportunidade de implantação de reúso do efluente da estação de tratamento de esgoto a ser implantada no município. Tendo em

vista as características dos corpos hídricos (intermitentes), a constante escassez hídrica que causa pressões sobre os diversos usos da água, a importância econômica das atividades agropecuárias para o município, e a capacidade de remoção de nutrientes (prejudiciais aos corpos hídricos e necessários ao cultivo) possibilitado pelo reúso, identifica-se o potencial desta ação e os grandes benefícios que podem ser alcançados. Não deixando de ponderar sobre a necessidade de estudos que embasem sua aplicação da maneira mais viável do ponto de vista social, ambiental e econômico, indicando todas as demandas técnicas para correta aplicação e as barreiras sanitárias para cada tipo de reúso.

No caso das áreas rural e especial, entende-se que o melhor sistema a ser adotado é o descentralizado, pois são tecnologias mais baratas e, dependendo da tecnologia de tratamento, pode-se fazer o reúso do efluente na agricultura. Dessa forma, na zona rural e áreas especiais do município de Monte das Gameleiras o sistema adotado será o descentralizado.

É recomendado que o poder público disponibilize assistência técnica para elaboração de projetos e execução de sistemas individuais mais eficiente de acordo com as características da região e inspecione os sistemas implantados.

Quando não houver a rede pública coletora de esgoto e/ou as habitações forem esparsas, o poder público deve solicitar a implantação temporária de sistemas individuais de tratamento do esgoto sanitário (fossa séptica/filtro e sumidouro) para área urbana. Para as áreas rural e especial deve-se considerar alternativas sustentáveis, pois o uso de fossas negras como alternativa de disposição final de esgoto pode acarretar na contaminação do lençol freático. Para isso recomenda-se que o poder público disponibilize assistência técnica para elaboração de projetos e execução de sistemas individuais e alternativos de tratamento de esgoto.

4.4.5 Previsão dos eventos de emergência e contingência

Os planos de ações de contingência e emergência tratam dos principais instrumentos de operação e manutenção dos sistemas de tratamento de esgotamento sanitário, ou seja, estabelecem a forma de atuação do responsável pelo sistema de esgotamento sanitário, de modo que contemple ações preventivas e corretivas, para garantir a segurança e a continuidade operacional das instalações de esgotamento sanitário, bem como minimizar os efeitos de eventos indesejados e interrupções na



prestação dos serviços. As principais ocorrências adversas e suas ações de correção são apresentadas na **Tabela 4.48**.

Tabela 4.48 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de esgotamento sanitário e suas respectivas ações.

Evento	Origem Possível
Interrupção ou colapso na operação da ETE	1. Colapso do sistema devido a produção de esgoto excedente à demanda média diária em função de eventos temporários; 2. Colapso do sistema devido a produção de esgoto excedente à demanda média diária em função de precipitações intensas e lançamento indevido de águas pluviais na rede de esgotamento sanitário; 3. Incêndio 4. Interrupção no fornecimento de energia elétrica; 5. Qualidade inadequada do esgoto, por ocasião de lançamento de efluente na rede, de origem não doméstica; 6. Rompimento de redes; 7. Equipamento eletromecânico/estrutura danificada; 8. Greve 9. Sabotagem 10. Acidente ambiental 11. Depredação
Extravasamento de esgotos em estações elevatórias	1. Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de bombeamento; 2. Danificação de equipamentos eletromecânicos/estruturas; 3. Ações de vandalismo; 4. Acúmulo de material particulado nos pré-tratamento; 5. Precipitação intensa
Rompimento de linhas de recalque, coletores tronco, interceptores e emissários	1. Desmoronamentos de taludes/paredes de canais; 2. Erosões de fundo de vale; 3. Rompimento de travessias.
Ocorrência de retorno de esgotos em imóveis	1. Lançamento de águas pluviais em redes de coleta de esgoto; 2. Obstruções em coletores de esgoto.
Acidente na operação e manutenção do sistema	1. Vazamento de produtos químicos nas instalações do sistema 2. Acidente de trabalho na operação e manutenção do sistema

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

4.5 INFRAESTRUTURA DE ÁGUAS PLUVIAIS

O processo de crescimento populacional merece atenção por parte dos gestores, principalmente quanto às questões que envolvem a ocupação de áreas possíveis de alagamento. Isso porque a urbanização desordenada de uma bacia hidrográfica pode acarretar, por exemplo, o aumento das superfícies impermeáveis, como telhados, ruas e pisos, aumentando a velocidade do escoamento superficial.

Assim, a ideia de planejar uma bacia urbana com vistas à questão das inundações nasce da percepção de que tanto existem problemas a serem resolvidos quanto oportunidades a serem exploradas (SMDU, 2012).

Enchentes, de uma maneira geral, são fenômenos naturais que ocorrem periodicamente nos cursos d'água devido a chuvas de magnitude elevada. Em áreas urbanas, conforme Pompêu (2000), as enchentes são decorrentes destas chuvas intensas de longo período de retorno; ou devidas a transbordamentos de cursos d'água provocados por mudanças no equilíbrio do ciclo hidrológico em regiões a montante das áreas urbanas; ou ainda, devidas à própria urbanização.

A gestão da drenagem urbana na maioria dos municípios brasileiros ainda não é vislumbrada com a devida importância pelos gestores, dada à ausência de um planejamento específico para o setor. De forma geral, o gerenciamento da drenagem urbana é realizado pelas secretarias de obras municipais e apresenta-se desvinculado das ações planejadas para os demais setores relacionados, como água, esgoto e resíduos sólidos. Iniciativas isoladas de algumas cidades têm sido observadas no sentido de promover uma regulamentação para a drenagem urbana associada aos dispositivos de ordenamento do uso e ocupação do solo. No entanto, estas iniciativas ainda carecem de uma visão mais integrada dos processos urbanos e da consideração de conceitos que os aproximem à sustentabilidade (TUCCI, 2007).

O planejamento da drenagem urbana deve priorizar medidas de convivência com o regime hídrico, através de medidas estruturais e não estruturais para que a cidade possa se adaptar à dinâmica hídrica. Sendo assim, um plano de drenagem urbana é uma peça técnica, voltada para o futuro, que tem como escopo orientar as ações e o processo decisório a respeito dos problemas de inundações de uma bacia (SMDU, 2012).

Nesse sentido, as intervenções recomendadas para o serviço de drenagem e manejo das águas pluviais do município de Monte das Gameleiras serão a elaboração e implantação de um projeto do sistema de drenagem pluvial que atenda toda área urbana do município. Este deve estar de acordo com o estudo de concepção a ser elaborado pela Prefeitura Municipal em curto prazo, observadas as considerações do Plano Municipal de Saneamento Básico, e a integralidade e universalização dos serviços, avaliando que o sistema de drenagem urbana deverá atender toda a população com eficiência, e reduzir o escoamento superficial.

4.5.1 Projeção da demanda de drenagem urbana e manejo de águas pluviais

4.5.1.1 Hietogramas de Chuvas Máximas

Para dimensionamento dos elementos básicos constituintes do sistema de drenagem, faz-se necessário a utilização de modelos matemáticos que possam descrever o comportamento hidrológico da cidade. O método racional é o mais utilizado, o qual se encontra descrito na Equação 20.

$$Q = C.i.A \quad (20)$$

Em que:

Q = Vazão de projeto no exutório de uma bacia de drenagem;

C = Coeficiente de escoamento;

i = Intensidade da precipitação de projeto,

A = Área da bacia.

Para utilização do método racional é preciso conhecer as intensidades de precipitação, que podem ser representadas através das curvas i-d-f (intensidade – duração – frequência). Porém as curvas i-d-f estão disponíveis apenas para as maiores cidades do país, geralmente as capitais, sendo escasso esse tipo de informação para cidades do interior. Para a construção da curva é necessário que haja o monitoramento das intensidades de precipitação, ou seja, as estações de monitoramento precisam de pluviógrafos. O Rio Grande do Norte possui esse tipo de equipamento apenas nas cidades de Apodi, Ceará-Mirim, Cruzeta, Florânia, Macau, Natal e Caicó, contudo, atualmente só encontram-se em funcionamento as de Apodi, Cruzeta, Florânia e Caicó, o que representa

2,4% do Estado, ressaltando-se ainda que nas existentes os dados são de difícil acesso e possuem um curto período de monitoramento.

Para o estudo das intensidades de precipitação, foi necessário buscar modelos empíricos para a construção dos hietogramas, já que não há dados de intensidade de precipitação disponíveis. O modelo adotado foi desenvolvido com base nos coeficientes apresentados por Tucci (1993), utilizando os dados de precipitação fornecidos pela EMPARN. Com a série histórica de dados de precipitação, foi retirada de cada ano a precipitação máxima diária. Os resultados obtidos estão representados na **Tabela 4.49**.

Tabela 4.49 - Precipitações máximas diárias anuais do município de Monte das Gameleiras.

Ano	Precipitação máxima diária (mm)	Ano	Precipitação máxima diária (mm)
1963	32.9	1987	17.2
1964	84.8	1988	30.6
1965	34.1	1989	45.6
1966	65.4	1990	20.8
1967	91.3	1991	50.0
1968	59.3	1992	23.5
1969	32.5	1993	32.5
1970	29.6	1994	43.6
1971	35.0	1995	35.2
1972	52.7	1996	58.1
1973	27.5	1997	83.3
1974	78.3	1998	22.5
1975	24.1	1999	69.6
1976	57.3	2000	103.7
1977	70.8	2001	37.8
1978	39.8	2002	28.1
1979	27.3	2003	56.3
1980	26.5	2004	147.8
1981	99.1	2005	51.0
1982	37.4	2006	21.0
1983	32.2	2007	73.0
1984	38.8	2008	67.0
1985	81.9	2009	83.0
1986	68.0	2010	60.0
Média		Desvio-padrão	
51.8 mm		27.1 mm	

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Os dados de precipitação máxima diária anual do município de Monte das Gameleiras foram organizados de forma decrescente, para realização do cálculo das probabilidades. Com isso, foi encontrado o tempo de retorno respectivo para cada precipitação. O tempo de retorno está associado aos riscos e incertezas que envolvem o sistema de drenagem, o que significa a probabilidade de falhas do sistema e pode ser definido como o período de tempo em que um valor de precipitação será igualado ou superado. O seu valor está associado aos investimentos envolvidos e o grau de prejuízos caso o sistema venha a falhar. Os valores recomendados estão detalhados na **Tabela 4.50**.

Tabela 4.50 - Períodos de retorno recomendados para obras de drenagem.

Tipo de obra	Tipo de ocupação da área	Tempo de retorno (anos)
Microdrenagem	Residencial	2
	Comercial	5
	Áreas com edifícios de serviço público	5
	Aeroportos	2 a 5
	Áreas comerciais e artérias de tráfego	5 a 10
Macro-drenagem	Áreas residenciais e comerciais	50 a 100
	Áreas de importância específica	500

Fonte: Adaptado de FUJITA, 1980.

Os valores de precipitações máximas diárias, probabilidade e tempo de retorno para a série histórica de 48 anos do município de Monte das Gameleiras estão detalhados na **Tabela 4.51**.

Tabela 4.51 - Cálculo do período de retorno.

Ordem "m"	Precipitação máxima diária anual em ordem decrescente (mm)	Probabilidade acumulada $P=m/(n+1)$	Período de retorno $T=1/P$ (anos)
1	147.80	0.020	49.000
2	103.70	0.041	24.500
3	99.13	0.061	16.333
4	91.30	0.082	12.250
5	84.83	0.102	9.800
6	83.30	0.122	8.167
7	83.00	0.143	7.000
8	81.93	0.163	6.125
9	78.27	0.184	5.444
10	73.00	0.204	4.900
11	70.80	0.224	4.455
12	69.60	0.245	4.083
13	68.00	0.265	3.769
14	67.00	0.286	3.500
15	65.43	0.306	3.267
16	60.00	0.327	3.063
17	59.30	0.347	2.882
18	58.10	0.367	2.722
19	57.33	0.388	2.579
20	56.30	0.408	2.450

Ordem "m"	Precipitação máxima diária anual em ordem decrescente (mm)	Probabilidade acumulada $P=m/(n+1)$	Período de retorno $T=1/P$ (anos)
21	52.70	0.429	2.333
22	51.00	0.449	2.227
23	49.97	0.469	2.130
24	45.62	0.490	2.042
25	43.60	0.510	1.960
26	39.84	0.531	1.885
27	38.80	0.551	1.815
28	37.80	0.571	1.750
29	37.40	0.592	1.690
30	35.20	0.612	1.633
31	35.03	0.633	1.581
32	34.07	0.653	1.531
33	32.87	0.673	1.485
34	32.50	0.694	1.441
35	32.50	0.714	1.400
36	32.17	0.735	1.361
37	30.57	0.755	1.324
38	29.57	0.776	1.289
39	28.10	0.796	1.256
40	27.53	0.816	1.225
41	27.27	0.837	1.195
42	26.49	0.857	1.167
43	24.10	0.878	1.140
44	23.50	0.898	1.114
45	22.50	0.918	1.089
46	21.00	0.939	1.065
47	20.76	0.959	1.043
48	17.22	0.980	1.021

Fonte: Comitê executivo PMSB Monte das Gameleiras, 2019.

Visando a análise de precipitações máximas e tempo de retorno correspondente aos valores da **Tabela 4.51**, foi utilizada a distribuição de Gumbel conforme Righetto (1998), os valores dos coeficientes são dados pelas Equações 21 e 22.

$$\beta = 6^{0.5} \cdot S/\pi \quad (21)$$

$$\alpha = (\mu - 0,577 \cdot \beta) \quad (22)$$

Nas quais:

S = Desvio padrão dos valores máximos de precipitação diária para a série histórica de 48 anos;

μ = Média dos valores máximos de precipitação diária.

Para encontrar os valores de precipitação para os tempos de retorno utilizados, foi adotada a equação 23.

$$P(1 \text{ dia}, T) = \left[\left[-\ln \left[\ln \left(\frac{1}{1 - (1/T)} \right) \right] \right] \cdot \alpha \right] - \beta \quad (23)$$

Na qual:

α e β são os coeficientes das Equações 21 e 22.

T = Tempo de retorno.

Os valores encontrados estão representados na **Tabela 4.52**.

Tabela 4.52 - Cálculo das precipitações máximas diárias através da distribuição de Gumbel.

Variáveis	Valores obtidos usando a distribuição de Gumbel							
β	21.11	21.11	21.11	21.11	21.11	21.11	21.11	21.11
α	39.65	39.65	39.65	39.65	39.65	39.65	39.65	39.65
Período de retorno T	2,0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	50,0	100,0
F (1 dia; T)	0.50	0.80	0.90	0.93	0.95	0.96	0.98	0.99
P (1 dia; T) mm	47.39	71.31	87.16	96.09	102.35	107.17	122.02	136.76

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Até o momento os dados de precipitação utilizados são dados diários, sendo que para a construção dos hietogramas se faz necessário dados de precipitação de curta e longa duração, 60 minutos e 24 horas, respectivamente. Para isto foi adotado o método das relações de durações descrito por Tucci (1993), onde valores diários de precipitação podem ser estimados em intervalos de tempo menores através da adoção de coeficientes (**Tabela 4.53**).

Tabela 4.53 - Relações entre durações.

Relação	Coefficiente
5min/30min	0,34
10min/30min	0,54
15min/30min	0,7
20min/30min	0.81
25min/30min	0,91
30min/1h	0,74
1h/24h	0,42
6h/24h	0,72
8h/24h	0,78
10h/24h	0,82
12h/24h	0,85
24h/1dia	1,14

Fonte: TUCCI, 1993.

Os coeficientes utilizados apresentam certa limitação, uma vez que para a construção do hietograma é necessário o valor da precipitação de 5 a 60 minutos, com intervalos de 5 minutos para as chuvas de curta duração. Enquanto que para as chuvas de longa duração, é necessário que se tenha dados de precipitação de 1 a 24 horas, com

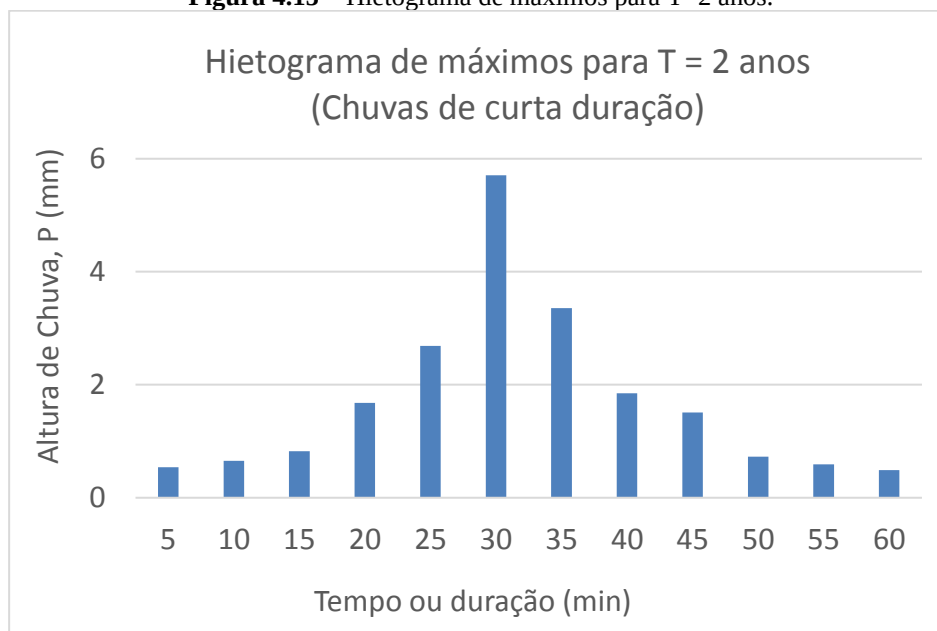
intervalos de hora em hora. Verificou-se que a relação entre o tempo e o coeficiente apresentava comportamento logarítmico, apresentando o valor de correlação (R^2) de 0,99. Desta forma, utilizou-se da interpolação para encontrar os coeficientes que atendessem ao intervalo de tempo desejado. E com os coeficientes e os dados diários de precipitação, foram construídos os hietogramas críticos para projetos e estudos hidrológicos, sendo considerados em duas situações:

- Microdrenagem ($t < 60$ min);
- Macrodrenagem ($t < 24$ horas).

4.5.1.2 Chuvas de curta duração (microdrenagem)

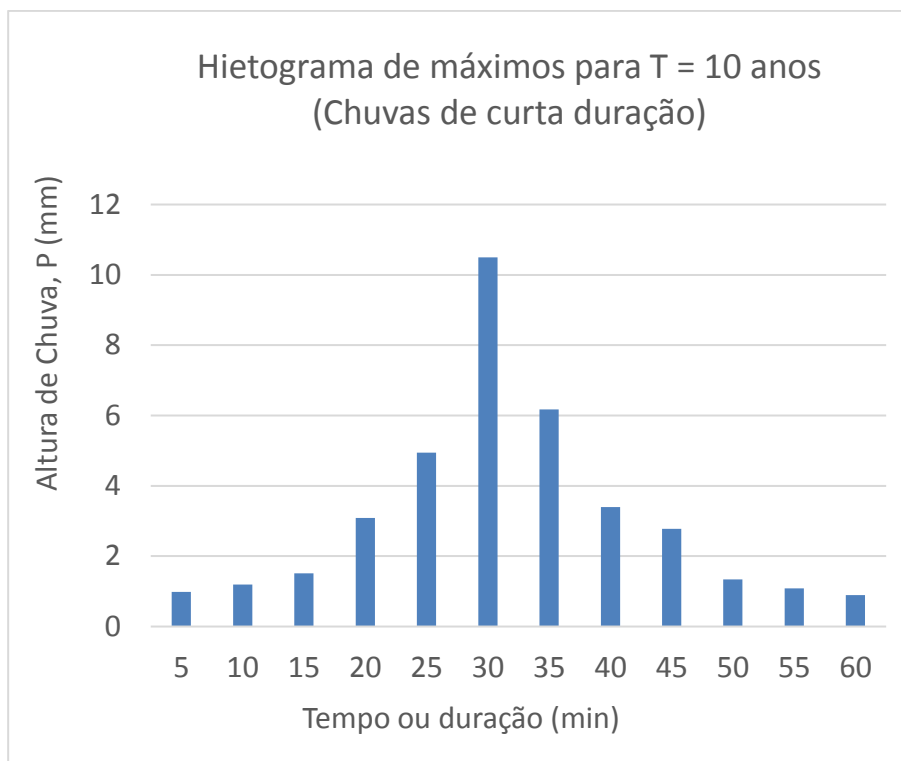
A **Figura 4.15**, **Figura 4.16** e **Figura 4.17**, apresentam os hietogramas críticos para projetos e estudos hidrológicos para as durações de até 60 minutos para os tempos de retorno de 2, 10 e 25 anos. A chuva máxima dos 60 minutos contempla todas as chuvas máximas inferiores a 60 minutos.

Figura 4.15 – Hietograma de máximos para T=2 anos.



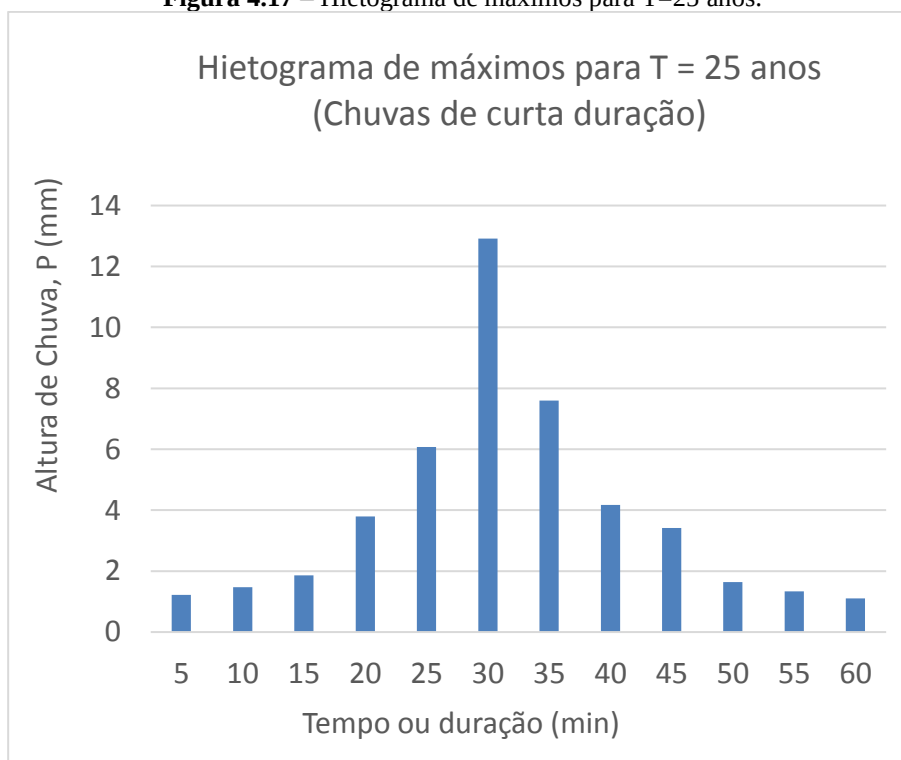
Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2018.

Figura 4.16 – Hietograma de máximos para T=10 anos.



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2018

Figura 4.17 – Hietograma de máximos para T=25 anos.

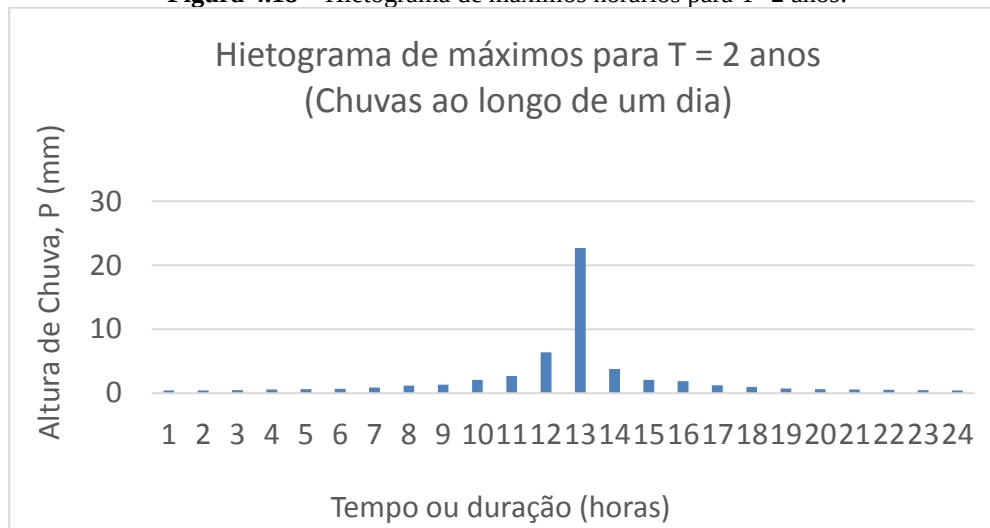


Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2018.

4.5.1.3 Chuvas críticas horárias ao longo de um dia (macrodrenagem)

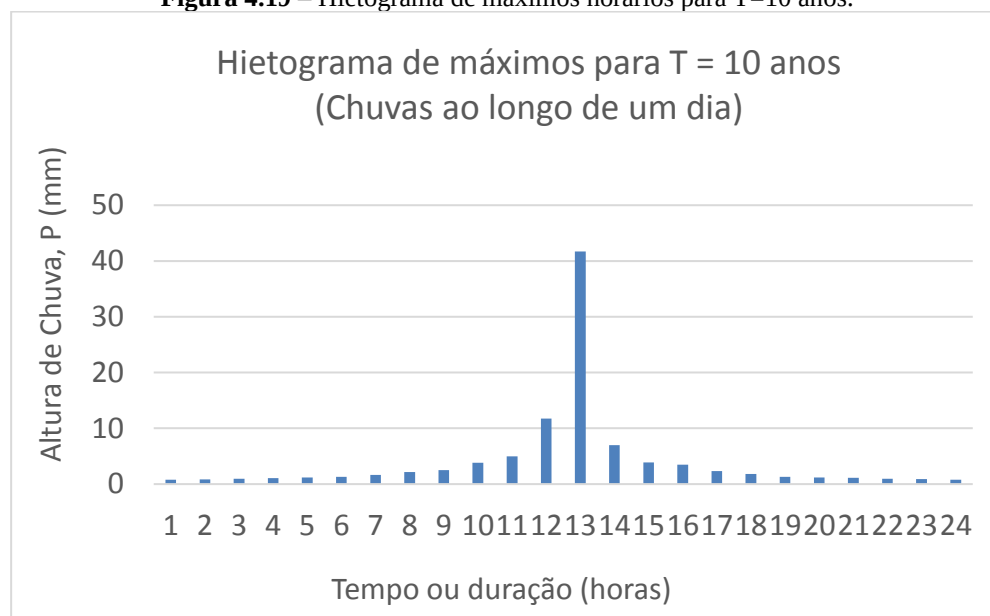
A **Figura 4.18**, **Figura 4.19** e **Figura 4.20** apresentam os hietogramas críticos para projetos e estudos hidrológicos para as durações de até 24 horas para os tempos de retorno de 2, 10 e 25 anos. A chuva máxima de 24 horas contempla todas as chuvas máximas inferiores a 24 horas.

Figura 4.18 – Hietograma de máximos horários para T=2 anos.



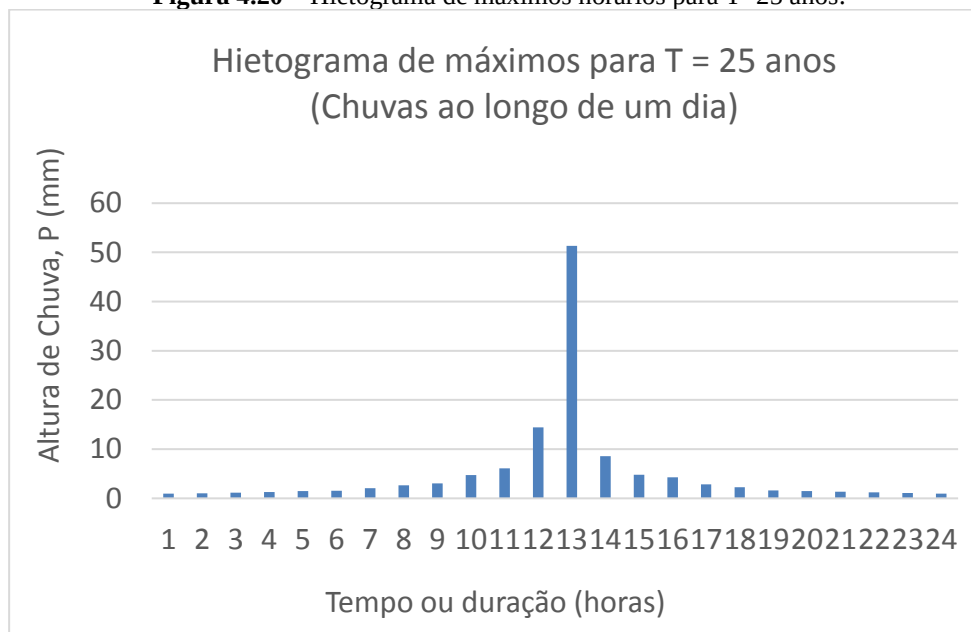
Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2018.

Figura 4.19 – Hietograma de máximos horários para T=10 anos.



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2018.

Figura 4.20 – Hietograma de máximos horários para T=25 anos.



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2018.

4.5.2 Proposta de medidas mitigadoras para os principais impactos identificados

De acordo com o diagnóstico do sistema de drenagem urbana, o atual serviço de manejo de águas pluviais no município de Monte das Gameleiras apresenta alguns problemas que dificultam o atendimento da demanda atual pelo serviço, tais como pequenos alagamentos nas ruas não pavimentadas, ligações clandestinas de esgoto nos dispositivos de drenagem existentes, lançamento de esgotos e águas pluviais em um mesmo ponto, existência de pocilgas que recebem águas de chuva, a qual é configurada como área de risco e ausência de implementação de medidas não estruturais.

Segundo Tucci (1995), as medidas de controle adotadas para a prevenção e/ou correção que objetivam minimizar os impactos causados por inundações são classificadas de acordo com sua natureza em medidas estruturais e não-estruturais. De maneira geral, elas correspondem às ações que podem ser implementadas visando à correção e/ou prevenção dos problemas decorrentes de enchentes.

As medidas estruturais são constituídas por medidas físicas de engenharia destinadas a desviar, deter, reduzir ou escoar com maior rapidez e menores níveis as águas pluviais, evitando assim os danos e interrupções das atividades causadas pelas inundações. As não-estruturais, por sua vez, não utilizam estruturas que alteram o regime de escoamento das águas do escoamento superficial direto. São representadas por

medidas destinadas ao controle do uso e ocupação do solo (nas áreas de várzeas e nas bacias) ou   diminuição da vulnerabilidade dos ocupantes das áreas de risco dos efeitos das inundações. As medidas não-estruturais envolvem muitas vezes aspectos de natureza cultural, que podem dificultar sua implantação em curto prazo, por isso, o envolvimento da comunidade   indispensável para o sucesso de sua aplicação, bem como ações normativas para adequar o uso e ocupação do solo, e controlar o avanço das áreas impermeáveis em cada lote, por exemplo.

Nessa perspectiva, a própria população do município pode contribuir com ações de manutenção de áreas permeáveis como gramados em vez de calçadas, instalação de calçadas ecológicas que propiciem melhor infiltração, construção de dispositivos de infiltração nas áreas verdes do município, construção de reservatórios de amortecimento e ainda colaborar na manutenção da limpeza pública. Ressalta-se que tais ações necessitam de apoio institucional para acontecerem de forma significativa.

A seguir são apresentadas algumas medidas estruturais e não-estruturais de controle do assoreamento e da gestão dos resíduos sólidos que contribuem para evitar as inundações e que podem ser utilizadas no município de Monte das Gameleiras.

4.5.2.1 Medidas de controle para reduzir o assoreamento de cursos d'água e de bacias de detenção

As principais causas do assoreamento dos cursos d'água são o carreamento de sedimentos provenientes da bacia, como consequência do desmatamento que expõe o solo   erosão; a erosão hídrica das margens dos rios resultante do aumento da velocidade de escoamento das  guas; e o lançamento de resíduos sólidos nos canais, a  o que contribui também para a poluição da  gua.

As medidas mitigadoras que podem ser adotadas para prevenir os impactos negativos e/ou reduzir a magnitude do assoreamento dos cursos d'água normalmente incluem:

- Dissipadores de energia: São dispositivos destinados a dissipar energia do fluxo d'água, reduzindo, conseqüentemente, a sua velocidade no deságue no terreno natural.
- Bacia de retenção: Consiste em um tanque com espelho d'água permanente, construído com os objetivos de reduzir o volume das

enxurradas, sedimentar cerca de 80% dos sólidos em suspensão e promover o controle biológico dos nutrientes (CANHOLI, 2005).

- Bacia de reten o e infiltra o: Constr idos com os objetivos de reduzir o volume das enxurradas, sedimentar cerca de 80% dos sólidos em suspensão, promover o controle biológico dos nutrientes e infiltrar parcela considerada das  guas que nela chegam, recarregando inclusive o lençol freático.
- Recupera o e preserva o da mata ciliar: Entende-se por mata ciliar aquela que margeia as nascentes e os cursos de  gua. Essa vegeta o marginal auxilia a manuten o da qualidade da água, estabilidade dos solos, regulariza o dos ciclos hidrológicos, conserva o da biodiversidade e protege os rios do assoreamento, funcionando como obstáculo aos sedimentos.

Para o município de Monte das Gameleiras, em virtude de suas características geográficas e de urbaniza o, entende-se que as medidas mais adequadas são:

- Implantar equipe de fiscaliza o e manuten o preventiva e per dica das estruturas do sistema de drenagem ou estabelecer programas para desassorear, limpar e manter desobstr idos os cursos d'água, os canais e as galerias do sistema de drenagem;
- Realizar a revitaliza o da área de preserva o permanente de todos os cursos d'água que possuem o seu leito natural;
- Construir bacias de reten o e infiltra o nos talvegues urbanos e rurais, onde ocorrem transporte de sedimentos;
- Construir dissipadores de energia no lançamento das galerias de microdrenagem nos cursos d' gua;
- Nas áreas rurais garantir o manejo adequado do solo pelos agricultores e pecuaristas com acompanhamento de técnicos e profissionais habilitados;
- Fiscalizar e fazer cumprir as diretrizes das legisla es federais (ex: Lei Federal n 12.651/2012) e estaduais referentes à manuten o das faixas ciliares em córregos, rios e nascentes.

4.5.2.2 Medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos sólidos nos corpos d' gua

O funcionamento dos sistemas de drenagem está diretamente ligado à gestão de resíduos sólidos na área urbana, uma vez que a disposi o irregular dos resíduos sólidos

pode provocar graves consequências, diretas e indiretas,   drenagem,   saúde pública e ao meio ambiente.

Os resíduos que não são gerenciados e destinados de forma adequada tendem a ser carreados pelas chuvas chegando a córregos, rios e bocas de lobo, impedindo ou dificultando a passagem de água por esses locais e causando o assoreamento de valas, canais, sistemas de microdrenagem, bem como poluição e disseminação de vetores causadores de doenças.

Além disso, são comuns situações de ocorrência de presença de folhas, galhos e rejeitos diversos localizados junto às sarjetas que acabam sendo depositados nas redes de microdrenagem.

Como medida de controle de tais situações deve-se elaborar um cronograma efetivo e com abrangência significativa para que os sistemas de microdrenagem e macrodrenagem não sejam interferidos negativamente pela m  gestão dos resíduos sólidos do município.

Sabe-se que a presença de resíduos sólidos no sistema de drenagem urbana e nos cursos d'água está ligada a fatores socioambientais inerentes ao município, mas em escala maior está principalmente ligada ao nível de educação e conscientização ambiental de sua população.

Sendo assim, para que ocorra o efetivo controle de resíduos nos dispositivos de drenagem faz-se necessário implantar em prazo imediato programas e campanhas educacionais, envolvendo a comunidade de forma participativa e atuante, sensibilizando-a sobre os impactos decorrentes da disposição inadequada destes resíduos.

Ademais, são imprescindíveis ações por parte da prefeitura como a instalação de dispositivos de coleta em locais públicos, principalmente onde há maior circulação de pedestres; bem como fiscalização das áreas de deposição ilegais a fim de conter essas atividades. Da mesma forma, o sistema de limpeza urbana deve ser regular, contínuo e abrangente.

4.5.3 Diretrizes para o controle de escoamentos na fonte

A crescente necessidade de enfrentar os problemas de água pluvial no meio urbano fez surgir o conceito de sistemas não convencionais de controle na fonte, com ênfase no manejo sustentável da água de drenagem (RIGHETTO et al., 2009). Assim, o objetivo

dos sistemas de controle na fonte é preservar as condições hidrológicas da bacia pré-urbanizada, reduzindo os impactos para um nível aceitável.

De acordo com Baptista (2005), o controle do escoamento na fonte é realizado através de práticas de gerenciamento da água que imitam os processos naturais, no âmbito dos chamados Sistemas Alternativos de Drenagem, também conhecido como Compensatórios ou Sustentáveis, recuperando a capacidade de infiltração e de retenção do escoamento adicional gerado pelas superfícies urbanas.

Nesse contexto, as medidas compensatórias de controle na fonte envolvem quatro tipos de ações (RIGHETTO et al., 2009):

- Planejamento, projeto e implantação de estruturas de retenção e armazenamento;
- Manutenção adequada das superfícies permeáveis e impermeáveis;
- Educação e treinamento como forma de conscientizar a população para os problemas ambientais, e sua relação com a água;
- Regulamentação, vigilância e mecanismos de sanções.

Em relação aos dispositivos técnicos utilizados para reduzir o escoamento superficial das águas de chuva no ambiente urbano, tem-se:

- Utilização de reservatórios para acumulação e infiltração de águas de chuva em prédios, empreendimentos comerciais, industriais, esportivos, de lazer (bacias de retenção);
- Implantação de valetas, trincheiras e poços drenantes;
- Implantação de calçadas e sarjetas permeáveis;
- Implantação de pátios e estacionamentos permeáveis;
- Multiplicação de áreas verdes em espaços públicos e privados livres da cidade.

A seguir apresentam-se alguns exemplos de soluções de baixo impacto para o manejo de águas pluviais do tipo de controle na fonte, com suas respectivas características e aplicações.

Bacias de retenção:

As bacias de retenção são projetadas para reter parte do volume escoado na bacia a montante, permitindo amortecer a vazão máxima escoada em decorrência da chuva na bacia. O objetivo é impedir a inundação de áreas situadas à jusante. Esses sistemas são

concebidos para funcionar “em série” com a rede de drenagem, esvaziando-se completamente entre eventos. Devido ao tempo de detenção curto desses sistemas, eles não são eficientes na remoção de matéria sólida ou substâncias poluentes; são estruturas de amortecimento da vazão máxima lançada no corpo receptor, atenuando os efeitos da inundação e protegendo a rede de drenagem à jusante. Normalmente, são projetados para esvaziar completamente em menos de 24 horas. A detenção do escoamento reduz o potencial erosivo na bacia e atua como prevenção dos impactos sobre a vida aquática no corpo receptor (RIGHETTO et al., 2009).

Trincheira de infiltração e detenção

As trincheiras de infiltração constituem outra solução de controle na fonte e tem como princípio de funcionamento o armazenamento da água por tempo suficiente para promover sua infiltração no solo (AGRA, 2001).

Estes dispositivos são lineares, ou seja, possuem comprimento superior em relação à largura e profundidade, e funcionam como um reservatório de amortecimento de cheias, possuindo um desempenho melhorado devido ao favorecimento da infiltração e consequente redução dos volumes escoados e das vazões máximas de enchentes (SUDERHSA, 2000).

As trincheiras geralmente são valas compostas por material granular (seixo, brita ou outro), com um tubo drenante instalado no fundo da vala, de baixa declividade e com impermeabilização no fundo através de uma membrana geotêxtil.

Algumas dificuldades se apresentam quanto à utilização desta tecnologia, indo desde o desconhecimento dos processos hidrológicos envolvidos até aspectos de planejamento e estratégia de implantação, como, por exemplo, lacuna de estudos referentes à implantação, operação e manutenção que possibilitem a avaliação do interesse econômico (BAPTISTA et al., 1998).

Valas, valetas e planos de detenção e infiltração

As valas e valetas de infiltração são simples depressões escavadas no solo com o objetivo de recolher a água do escoamento superficial e promover o armazenamento temporário juntamente com a infiltração de parte dessa água. O que diferencia uma vala ou valeta de planos é a dimensão dessas estruturas.

As valas ou valetas possuem dimensões longitudinais significativamente maiores que suas dimensões transversais. Os planos de detenção e infiltração, por sua vez, não

possuem dimensões longitudinais muito maiores do que as transversais e as profundidades são reduzidas (BAPTISTA et al., 2005). No entanto, o objetivo destas soluções é o mesmo: reter e infiltrar parte da água de escoamento.

Pavimento permeável

A superfície de um pavimento permeável facilita a infiltração do deflúvio na camada inferior do pavimento, que funciona como uma espécie de reservatório. Atualmente existem várias possibilidades para implantação de pavimentos permeáveis, que podem ser agrupados em: concretos permeáveis, blocos intertravados ou ecoblocos (com grama).

Nesse sistema, os blocos são assentados numa camada de areia e os espaços vazios preenchidos com material granular ou grama. Em geral, são projetados para suportar cargas dinâmicas de veículos leves em áreas de estacionamentos. Constitui uma boa alternativa não convencional para redução do efeito da impermeabilização sobre a drenagem, atuando como um reservatório. Além disso, a utilização do pavimento permeável pode resultar em menores custos e um sistema de drenagem mais eficiente (CRUZ et al., 1999).

No entanto, o pavimento permeável exige manutenção periódica para a retirada do sedimento fino retido na superfície (espaços entre os blocos), que dificulta ou prejudica a infiltração. A limpeza e a retirada desse material podem ser feitas por jateamento ou varredura a vácuo.

Tabela 4.54 – Principais características das medidas de controle de escoamento na fonte.

Tipo	Característica	Variantes	Função	Efeito
Reservatórios de detenção	Reservatório que ocupa o espaço disponível no lote.	Reservatório tradicional, volume disponível com limitação de drenagem.	Retenção do volume temporário.	Amortecimento do escoamento superficial.
Trincheira de infiltração	Reservatório linear escavado no solo, preenchido com material poroso.	Com ou sem drenagem e infiltração no solo.	Armazenamento no solo e infiltração, drenagem eventual.	Redução do escoamento superficial, amortecimento, melhoria da qualidade da água.
Vala de infiltração	Depressões lineares em terreno permeável.	Gramadas e com proteção à erosão com pedras ou seixos.	Redução da velocidade e infiltração.	Retardo do escoamento superficial, infiltração e melhoria da qualidade da água.
Plano de infiltração	Faixas de terreno com grama ou cascalho com capacidade de infiltração.	Com ou sem drenagem, gramado ou com seixos.	Infiltração e armazenamento temporário.	Infiltração, melhoria da qualidade da água.
Poços de Infiltração	Reservatório cilíndrico escavado no solo, preenchido ou não com material poroso.	Poço de infiltração ou de injeção; alimentação direta ou com tubo coletor; com ou sem enchimento.	Infiltração e armazenamento temporário.	Redução do escoamento superficial, amortecimento, possível piora da qualidade da água subterrânea.
Pavimento permeável	Base porosa e reservatório.	Concreto, asfalto poroso, blocos vazados.	Armazenamento temporário no solo e infiltração.	Redução do escoamento superficial, amortecimento, melhoria da qualidade da água.

Fonte: TUCCI e BERTONI, 2003.

A **Tabela 4.54** resume as principais características das medidas de controle de escoamento na fonte apresentadas anteriormente. Destaca-se que não é possível a padronização das intervenções, sendo necessário adequá-las à realidade local do município. A análise das características físicas, das condições de ocupação de cada bacia e da infraestrutura de drenagem existente permitirá a indicação e o detalhamento de medidas e ações específicas para cada realidade, no que diz respeito ao controle dos espaços das águas e dos impactos no sistema de drenagem dessas bacias.

Dessa forma, para o município de Monte das Gameleiras, considerando suas características topográficas, sugerem-se as seguintes soluções a serem adotadas como forma de controle do escoamento:

- Educação e treinamento como forma de conscientizar a população para os problemas ambientais, e sua relação com a água;
- Manutenção adequada das superfícies permeáveis e impermeáveis;
- Multiplicação de áreas verdes em espaços públicos e privados livres da cidade;
- Implantação de pátios e estacionamentos permeáveis;
- Planejamento para utilização e manutenção adequada de pavimento permeável, juntamente com implantação de calçadas e sarjetas permeáveis nos locais onde não há pavimentação e onde está havendo ocupação em novos lotes.
- Planejamento para utilização de bacias de retenção nas áreas em que as condições topográficas não favorecem o escoamento;

4.5.4 Diretrizes para o tratamento de fundos de vale

Os fundos de vale são espaços que dispõem de cota altimétrica inferior, geralmente com relevo acidentado, formando uma calha por onde as águas pluviais escoam. Em decorrência da urbanização, é comum a degradação destes ambientes, resultando no afastamento físico, social e cultural da população em relação aos rios e córregos urbanos (MORETTI, 2000).

Além disso, muitas vezes estas calhas são canalizadas e ocultas sob a pavimentação das ruas. Assim, durante os períodos de intensa precipitação, as canalizações não conseguem dar vazão suficiente ao escoamento, acarretando alagamentos e enchentes. Outra situação recorrente em relação às áreas de fundo de vale é a supressão da vegetação, favorecendo a formação de processos erosivos e o assoreamento de algumas seções dos corpos hídricos.

Nessa perspectiva, as diretrizes para tratamento destas áreas incluem o isolamento da área com medidas de reflorestamento, a implantação de parques lineares, bem como a limpeza

e manutenção regulares. A seguir apresenta-se uma breve descrição dessas medidas de tratamento.

Reflorestamento

O reflorestamento é indicado para a maioria das áreas marginais aos cursos d'água, como forma de recuperação da mata ciliar e contenção do processo erosivo. Isso porque a presença da vegetação promove maior infiltração das águas da chuva e protege as margens dos canais e a camada superficial do solo da erosão associada ao escoamento concentrado e ao efeito *splash* (desprendimento de partículas do solo, em virtude do impacto das gotículas de chuva com o solo), além de manter o equilíbrio ecológico.

Deve-se estudar a metodologia de reflorestamento mais adequada à área, prevendo as condições do solo, o grau de desmatamento e a vegetação nativa. A área deve ser mantida isolada, impedindo a entrada de possíveis agentes degradadores.

Parques Lineares

Parques lineares são intervenções urbanísticas que criam ou recuperam áreas verdes associadas à rede hídrica, utilizados como instrumentos estruturadores de programas ambientais em áreas urbanas para o planejamento e gestão de áreas degradadas.

Há exemplos de criação de parques lineares urbanos, ao longo dos corpos hídricos, juntos as áreas urbanas consolidadas, situações as quais, quando bem planejadas e devidamente licenciadas pelos órgãos competentes, mostram-se como boas alternativas conservacionistas, as quais, também, proporcionam atividades recreativas.

Os parques lineares podem ser constituídos de áreas de praças, campos de futebol, cicloviárias, caminhos para pedestres, arborização paisagística, entre outros exemplos.

Limpeza e Manutenção

Devido à disposição e gerenciamentos dos resíduos urbanos de forma inadequada, durante chuvas de grande magnitude, as áreas de fundo de vale recebem diversas espécies de resíduos e sedimentos, provenientes do escoamento superficial e das tubulações da rede drenagem. Além disso, as áreas de fundo de vale são geralmente locais onde há disposição irregular de resíduos urbanos.

A manutenção dos fundos de vale, principalmente após os períodos de precipitações, é de grande importância na preservação de tais localidades, procurando manter as características naturais de escoamento das águas. Uma equipe de funcionários deve verificar a necessidade e a urgência de cada fundo de vale e efetuar a limpeza dos resíduos e sedimentos que são

carregados pelo escoamento e ficam depositados, provocando mau cheiro, proliferação de vetores e alagamentos.

Ainda podem ser listadas como medidas para tratamento de fundo de vale:

- Remoção e reassentamento de famílias que moram em áreas ribeirinhas irregularmente e desapropriação de áreas e imóveis particulares em áreas sujeitas à inundação;
- Recuperação e revitalização de áreas ribeiras e das matas ciliares ao longo de cursos d'água naturais;
- Na impossibilidade da recuperação das matas ciliares, adotar adequados materiais de revestimento e estabilização de leito e margens, reduzindo os processos erosivos de modo a influenciar o mínimo possível no regime hidráulico e hidrológico original;
- Identificação de áreas de restrição de ocupação em fundos de vale, com vistas à proteção de ecossistemas e redução dos riscos causados por inundações;
- Desenvolvimento de instrumentos legais para regulamentação de soluções em drenagem pluvial.

Dessa forma, para o município de Monte das Gameleiras, considerando suas características topográficas, sugerem-se as seguintes soluções a serem adotadas como diretrizes para o tratamento de fundos de vale:

- Limpeza e manutenção periódica das vias;
- Implantar um programa de educação ambiental junto à comunidade, de forma a sensibilizá-la para a necessidade de conservação da drenagem e dos recursos hídricos e informá-la a respeito dos possíveis impactos na vida de cada um.
- Realizar mapeamento e caracterização das áreas de restrição de ocupação em fundos de vale;

Deste modo, considerando os aspectos observados no diagnóstico, bem como de acordo com o discutido neste estudo, recomenda-se as seguintes intervenções listadas na



Tabela 4.55, para a zona urbana e da **Tabela 4.56** para a zona rural e áreas especiais do município de Monte das Gameleiras.



Tabela 4.55 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda observada para a Zona Urbana, em relação à Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais.

Componentes da Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Áreas de risco	1.Mapeamento e caracterização das áreas de risco.	1. Realizar o mapeamento e caracterização das áreas de risco; 2. Realizar o cadastramento das moradias e moradores estabelecidos nas áreas de risco; 3.Elaborar estudo para proceder à desapropriação e relocação das dos moradores e imóveis particulares existentes nas áreas de riscos; 4.Implantar programas de acompanhamento psicossocial da população realocada. 5. Criação do plano diretor de drenagem urbana	
Infraestrutura existente	1.Cadastro atualizado da infraestrutura de drenagem; 2.Elementos da drenagem adequados e suficientes, para o atendimento das vias públicas; 3.Manutenção regular do sistema de drenagem existente.	1. Realizar cadastro detalhado da infraestrutura de drenagem do município; 2. Avaliar a eficiência dos elementos da microdrenagem; 3. Ampliar o sistema e serviços de drenagem existentes; 4. Planejar e realizar a limpeza e manutenção do sistema de drenagem.	
Pavimentação	1.100% das ruas pavimentadas na sede.	1.Implementar pavimentação permeável nas ruas sem pavimento	
Medidas de controle para o assoreamento de cursos d'água e de bacias de retenção	1.Controle de assoreamento de cursos d'água e de bacias de retenção.	1. Planejar a recuperação e revitalização de áreas ribeiras e das matas ciliares ao longo de cursos d'água naturais; 2. Implantar parques lineares ao longo dos corpos hídricos; 3. Implantar planos de infiltração em pontos estratégicos do município.	
Medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos sólidos no corpo d'água	1. Ausência de resíduos nas vias públicas e nos corpos d'água	1.Implantação das ações previstas no Plano Intermunicipal de Resíduos Sólidos da Região Agreste. 2. Realizar ações de Educação Sanitária e ambiental para a população, na tentativa de reduzir o lançamento irregular de resíduos nos corpos d'água e pontos de lançamento de águas pluviais.	



Zona Urbana			
Componentes da Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Diretrizes de controle do escoamento na fonte	1. Implantação de diretrizes de controle de escoamento na fonte.	1. Aprovação de instrumentos legais que estabeleçam diretrizes de controle de escoamento na fonte; 2. Estabelecer padrões para criação de áreas de infiltrações nos terrenos públicos e privados; 3. Estabelecer critérios para implantação de medidas de controle que assegurem as condições de qualidade da água.	
Diretrizes para o tratamento de fundos de vale	1. Implantação de diretrizes para o tratamento de fundos de vale	1. Aprovação de instrumentos legais que estabeleçam diretrizes de para o tratamento de fundos de vale; 2. Realizar mapeamento e caracterização das áreas de restrição de ocupação em fundos de vale; 3. Realizar a limpeza e manutenção dos fundos de vale regularmente de forma planejada. 4. Implantar um programa de educação ambiental junto à comunidade, de forma a sensibilizá-la para a necessidade de conservação da drenagem e dos recursos hídricos.	

Fonte: Comitê Executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.



Tabela 4.56 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda observada para a Zona Rural e Áreas Especiais, em relação à Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais.

Componentes da Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais	Zona Rural e Áreas Especiais		
	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Áreas de risco	1. Mapeamento pontos críticos com de risco de alagamento	1. Realizar o mapeamento e caracterização dos pontos críticos com risco de alagamento; 2. Implantar elementos de drenagem que facilite a infiltração da água no solo e/ou possibilite a travessia de forma segura nestes locais.	
Infraestrutura existente	1. Implantação de infraestrutura de drenagem que atenda as comunidades rurais em 100% 2. Manutenção regular do sistema de drenagem existente.	1. Realizar estudo para verificar a necessidade e viabilidade da implementação de elementos de drenagem nas comunidades rurais. 2. Elementos da drenagem adequados e suficientes, para o atendimento e acesso à população;	
Pavimentação	1. Implantação de pavimentação na área central das comunidades rurais, atentando para a drenagem local e acesso à sede.	1. Implementar pavimentação permeável na área central das comunidades.	
Medidas de controle para o assoreamento de cursos d'água e de bacias de retenção	1. Implantação de medidas de controle de assoreamento de cursos d'água e de bacias de retenção	1. Planejar a recuperação das matas ciliares ao longo dos cursos d'água naturais.	
Medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos sólidos no corpo d'água	1. Eliminar o descarte de resíduos diretamente nos corpos d'água.	1. Realizar coleta de resíduos regularmente; 2. Promover ações de educação ambiental que estimulem a população a colaborar com a coleta e evitar a poluição dos corpos d'água e solo.	
Diretrizes de controle do escoamento na fonte	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
Diretrizes para o tratamento de fundos de vale	1. Implantação de diretrizes para o tratamento de fundos de vale.	1. Aprovação de instrumentos legais que estabeleçam diretrizes de para o tratamento de fundos de vale; 2. Realizar mapeamento e caracterização das áreas de restrição de ocupação em fundos de vale; 3. Realizar a limpeza e manutenção dos fundos de vale regularmente de forma planejada.	

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB Prospectiva e Planejamento Estratégico



Destaca-se ainda a necessidade de em ocasião da revisão do PMSB reavaliar as alternativas técnicas adotadas, uma vez que haverá condições de realizar uma avaliação mais minuciosa acerca da eficiência do sistema planejado e instalado até o momento de cada revisão.

4.5.5 Previsão de eventos de emergência e contingência

A falta de sistema de drenagem ou a existência de sistemas subdimensionados ou ainda a falta de manutenção em redes, galerias e bocas de lobo constituem-se em elementos normalmente responsáveis pelas condições de alagamentos em situações de chuvas intensas e que acarretam perdas materiais significativas à população, além de riscos quanto à salubridade.

Nesse sentido, os principais eventos emergenciais e suas respectivas origens previstas com relação à drenagem urbana e manejo das águas das chuvas estão descritos na **Tabela 4.57**.

Tabela 4.57 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de drenagem de águas pluviais.

Evento	Origem Possível
Alagamentos localizados	59. Boca de lobo e ramal assoreado e/ou entupido; 60. Deficiência de escoamento da água pluvial na boca de lobo; 61. Inexistência ou ineficiência de rede de drenagem urbana; 62. Assoreamento do córrego; 63. Ações de vandalismo.
Eventos de processos erosivos	1. Inexistência ou ineficiência de rede de drenagem urbana; 2. Inexistência ou ineficiência de dissipadores de energia; 3. Inexistência de APP/áreas protegidas.
Eventos de mau cheiro na rede pluvial e entupimentos	1. Interligações irregulares de esgoto nas galerias pluviais; 2. Resíduos lançados nas bocas de lobo; 3. Ineficiência da limpeza das bocas de lobo.
Eventos extremos	1. Destruição de moradias por inundações/alagamentos; 2. População desabrigada.

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

4.6 INFRAESTRUTURA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Promulgadas as Leis nº 11.445/2007 (Política Nacional de Saneamento Básico – PNSB), e posteriormente a Lei 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS), ficou estabelecida a obrigatoriedade dos municípios planejarem a gestão integrada dos resíduos sólidos, considerando as diversas atividades da limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos, e de maneira integrada com os demais componentes do saneamento básico, buscando perseguir como principais objetivos a hierarquia de não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos (PNRS), e a universalização dos serviços (PNSB).

A PNRS define gerenciamento de resíduos sólidos como um conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Para estruturação do planejamento, é necessário realizar a projeção das demandas para atendimento da população no horizonte de planejamento, com vistas a suprir as deficiências atuais e futuras do serviço, sendo esta etapa a base para definição dos objetivos e metas que demandarão as ações, projetos e programas, os quais serão priorizados com avaliação técnica em compatibilidade com os anseios da população.

4.6.1 Estimativas dos volumes de produção de resíduos sólidos e cobertura do sistema de limpeza urbana

Para planejar a gestão dos resíduos sólidos é necessário inicialmente conhecer os tipos e os volumes dos resíduos gerados no município. Para tanto, é necessário estimar a projeção populacional para o horizonte de planejamento, bem como observar as informações diagnosticadas que indicam a composição gravimétrica do resíduo gerado e a produção per capita municipal.

O Plano Intermunicipal de Resíduos Sólidos da Região Agreste do Estado do Rio Grande do Norte (PIRS – Agreste/RN), de 2016, fornece a composição gravimétrica de resíduos sólidos para o Município de Monte das Gameleiras, a partir dela é possível observar o percentual em peso por tipo de resíduos sólidos em relação ao total da amostra, dos quais 32% se refere a resíduos recicláveis, 19,78% a matéria orgânica, e, 13,74% a rejeitos.

A média de geração diária de resíduos sólidos urbanos diagnosticada para o município é de 1380 kg/dia. A geração per capita de resíduos sólidos urbanos do município é de 0,71

kg/hab.dia. É importante considerar também a média regional e estadual que são 0,80 kg/hab.dia e 0,74 kg/hab.dia, respectivamente (RIO GRANDE DO NORTE, 2015).

Observando-se a média regional e estadual percebe-se uma convergência de redução da geração de resíduos, caso siga a tendência dos municípios similares. Para cumprir as diretrizes da PNRS, as quais indicam a necessidade de reduzir a produção e aumentar a destinação adequada dos resíduos sólidos gerados, para o município de Monte das Gameleiras será adotada a regressão de 1% ao ano na geração. Foi estimado ainda meta de ampliação progressiva de cobertura da coleta seletiva em 10% ao ano, nos quatro primeiros anos, e de 7% ao ano até alcançar 100%, nos demais anos. Estas metas precisam ser reavaliadas nas revisões do PMSB. Foi considerado, neste cenário, que 75% do resíduo sólido coletado de forma seletiva estará passível de ser reintroduzido na cadeia de produção, o que deixa 25% do volume com destinação necessária em aterro sanitário.

Atualmente todo o resíduo sólido urbano coletado tem sua disposição final realizada em um lixão, fato que vai de encontro com as prerrogativas da PNRS, deste modo, é necessária uma ação de prazo imediato para consolidar o consorciamento do município de forma a viabilizar a destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos, conforme cenários propostos em estudo realizado no Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PEGIRS).

Na **Tabela 4.58** é apresentada a projeção do cenário acima proposto para a geração e destinação final dos resíduos sólidos para o Município de Monte das Gameleiras. É possível observar o benefício das metas de redução de geração, aumento da cobertura e destinação adequada dos resíduos passíveis de reciclagem e compostagem, pelo qual se percebe a redução dos resíduos enviados para disposição final como rejeitos, mesmo com a projeção populacional integrada ao estudo.

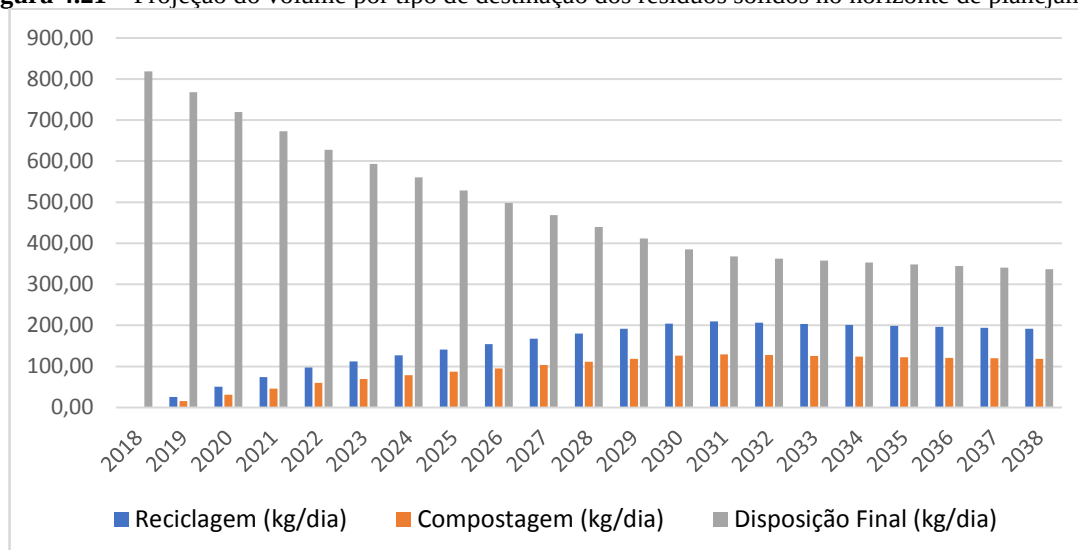
Tabela 4.58 – Projeção do cenário para a geração e destinação final dos resíduos sólidos para a Zona Urbana do Município de Monte das Gameleiras.

ANO	POPULAÇÃO URBANA												
	Recicláveis	32.00%	Matéria Orgânica	19.78%	Índice de recuperação dos recicláveis	75%		Cobertura da Coleta		Destinação ambientalmente adequada			
	População (hab)	Geração											
		Per capita (kg/hab.dia)	Total Diária (kg/dia)	Total Anual (ton/ano)	Recicláveis (kg/dia)	Matéria Orgânica (kg/dia)	Rejeito (kg/dia)	Convencional (%)	Seletiva (%)	Reciclagem (kg/dia)	Passíveis de recuperação para reciclagem	Compostagem (kg/dia)	Disposiçã Final (kg/dia)
2018	1153	0.71	818.65	298.81	261.97	161.93	394.75	100%	0%	0.00	0.00	0.00	818.65
2019	1143	0.70	803.48	293.27	257.11	158.93	387.44	100%	10%	25.71	19.28	15.89	768.30
2020	1133	0.70	788.73	287.89	252.39	156.01	380.33	100%	20%	50.48	37.86	31.20	719.67
2021	1124	0.69	774.40	282.66	247.81	153.18	373.42	100%	30%	74.34	55.76	45.95	672.69
2022	1115	0.68	760.49	277.58	243.36	150.42	366.71	100%	40%	97.34	73.01	60.17	627.31
2023	1106	0.68	746.99	272.65	239.04	147.75	360.20	100%	47%	112.35	84.26	69.44	593.28
2024	1098	0.67	733.91	267.88	234.85	145.17	353.89	100%	54%	126.82	95.11	78.39	560.40
2025	1090	0.66	721.24	263.25	230.80	142.66	347.78	100%	61%	140.79	105.59	87.02	528.63
2026	1082	0.66	708.99	258.78	226.88	140.24	341.88	100%	68%	154.28	115.71	95.36	497.92
2027	1075	0.65	697.15	254.46	223.09	137.90	336.16	100%	75%	167.32	125.49	103.42	468.24
2028	1068	0.64	685.72	250.29	219.43	135.64	330.65	100%	82%	179.93	134.95	111.22	439.55
2029	1061	0.64	674.70	246.26	215.90	133.46	325.34	100%	89%	192.15	144.12	118.78	411.81
2030	1055	0.63	664.08	242.39	212.50	131.35	320.22	100%	96%	204.00	153.00	126.10	384.97
2031	1050	0.62	654.42	238.86	209.42	129.45	315.56	100%	100%	209.42	157.06	129.45	367.92
2032	1046	0.62	645.21	235.50	206.47	127.62	311.12	100%	100%	206.47	154.85	127.62	362.74
2033	1042	0.61	636.44	232.30	203.66	125.89	306.89	100%	100%	203.66	152.75	125.89	357.81
2034	1039	0.60	628.13	229.27	201.00	124.24	302.88	100%	100%	201.00	150.75	124.24	353.13
2035	1036	0.60	620.27	226.40	198.49	122.69	299.09	100%	100%	198.49	148.86	122.69	348.71
2036	1034	0.59	612.86	223.69	196.12	121.22	295.52	100%	100%	196.12	147.09	121.22	344.55
2037	1033	0.59	605.91	221.16	193.89	119.85	292.17	100%	100%	193.89	145.42	119.85	340.64
2038	1032	0.58	599.42	218.79	191.81	118.57	289.04	100%	100%	191.81	143.86	118.57	336.99

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Na **Figura 4.21** pode-se melhor visualizar a evolução dos resultados das metas estabelecidas, no horizonte de planejamento, para o volume de resíduos sólidos gerados, por tipo de destinação.

Figura 4.21 – Projeção do volume por tipo de destinação dos resíduos sólidos no horizonte de planejamento.



Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Para o sucesso no alcance das metas estabelecidas é imprescindível que sejam implantadas, em prazo imediato, meta de desenvolvimento de ações de educação sanitária e ambiental para a população, com vistas tanto à mudança de hábitos de consumo (reduzir o volume de resíduos gerados), quanto à prática de separação de resíduos para possibilitar sua coleta seletiva. Prevê-se a necessidade de estudo, a ser elaborado em prazo imediato, para avaliar qual a melhor forma de coleta seletiva que se adequa a realidade do município, se porta a porta ou através da implantação de Pontos de Entrega Voluntária (PEV).

No que se refere à Zona Rural e Áreas Especiais do município, na **Tabela 4.59** apresenta-se a projeção de geração dos resíduos sólidos. Considerando-se que na projeção populacional foi observada tendência de regressão da população rural, utilizou-se a população de saturação para realizar tal estudo. Adotou-se a estimativa que em localidades com menos de 20 mil habitantes há um potencial de gerar, em média, 0,44 kg de resíduos sólidos por pessoa ao dia.

Tabela 4.59 – Projeção do cenário para a geração de resíduos sólidos para a Zona Rural e Áreas Especiais do Município Monte das Gameleiras.

POPULAÇÃO RURAL					
	Localidade	População (hab)	Geração		
			Per capita (kg/hab.dia)	Total Diária (kg/dia)	Total Anual (ton/ano)
AGLOMERADAS	Magalhães	155	0.44	68.30238711	24.93
	Macambira	123	0.44	54.13327489	19.76
	Guai	20	0.44	8.719453674	3.18
	Jucá	33	0.44	14.53242279	5.30
	Barauna	26	0.44	11.62593823	4.24
	Remigio	6	0.44	2.543173988	0.93
DISPERSAS	Cercado Grande	60	0.44	26.52167159	9.68
	Pitu Assu	50	0.44	21.79863419	7.96
	Mata Fome	29	0.44	12.71586994	4.64
	Jacu de Órfã	116	0.44	50.86347977	18.57
	Cacimbas	46	0.44	20.34539191	7.43
	Serra do Bico	93	0.44	41.05409438	14.98
	Tapuia	7	0.44	2.906484558	1.06
	Olho d'Água	19	0.44	8.356143104	3.05
	Chupador	60	0.44	26.52167159	9.68

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Propõe-se para as localidades rurais que se localizam a mais de 5 km da sede do município, ou que tenham dificuldade de acesso de veículos de grande porte, que sejam instalados, em curto prazo, pontos estratégicos para a coleta dos resíduos secos produzidos nos distritos e assentamentos, e que a coleta seja semanal. Considerando as práticas comuns de utilização da matéria orgânica, para alimentar animais ou para adubação na zona rural e áreas especiais, se espera que a coleta se limite a resíduos secos (rejeitos e recicláveis). Para as comunidades mais próximas da Zona Urbana propõe-se que sejam inseridas na rota de coleta da sede, em prazo imediato.

Além da educação ambiental e sanitária, já planejada anteriormente, deverá no prazo imediato, ser implantada ação de sensibilização da população do meio rural e das áreas especiais, sobre a destinação das embalagens de agrotóxicos, de fertilizantes e de remédios veterinários, que deverá ser feita como rege a legislação vigente.

4.6.2 Metodologia para o cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos

A Lei nº 11.445, de 2007, apresenta como diretriz a obrigatoriedade de cobrança pelos serviços de saneamento básico, de modo a propiciar a manutenção da sustentabilidade operacional e financeira destes serviços. A PNRS corrobora com esse pressuposto, quando apresenta como um de seus objetivos, artigo 7, item X – regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e do manejo dos resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados.

É de responsabilidade do prestador de serviço municipal a coleta de resíduos sólidos domiciliares, de prestadores de serviços públicos de saneamento e atividades de pequenos comércios, bem como todo o manejo dos resíduos sólidos, que compreende desde a coleta destes resíduos, até seu transporte, tratamento e disposição final, assim como a coleta e destinação adequada dos resíduos da construção civil de pequenos geradores, do serviço de saúde pública, limpeza pública e serviços congêneres.

Para a cobrança pelos serviços prestados pelo município, referentes à limpeza pública e manejo de resíduos sólidos é possível se optar por uma das duas formas disponíveis: Taxa ou tarifa. De forma resumida, a diferença entre elas, consiste em que a taxa é um tributo que tem como fato gerador a utilização, efetiva ou potencial, de serviço público específico e divisível, prestado ao contribuinte ou posto à sua disposição. Enquanto a

tarifa é um preço público unitário preestabelecido cobrado pela prestação de serviço de caráter individualizado e facultativo. A tarifa não tem natureza tributária, estando relacionada à quantidade do serviço efetivamente prestado (por exemplo: À massa ou ao volume de resíduos recolhidos) e à possibilidade de rescisão.

Usualmente é difícil se mensurar sob o serviço de limpeza pública uma estimativa de consumo que confere a cada habitante, por isso, cobram-se normalmente taxas aos moradores pelas atividades que compõem esse serviço. Contudo, alguns serviços são passíveis de serem medidos com identificação dos usuários (grandes geradores, remoções especiais, coleta de resíduos da saúde e remoção de entulho e bens inservíveis) e, portanto, podem ser objeto de fixação de preço e, com isso, serem remunerados exclusivamente por tarifas.

Sobre a cobrança da prestação dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana, o Supremo Tribunal Federal - STF entende 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 e de forma indivisível, tais como os de conservação e limpeza de logradouros e bens públicos (praças, calçadas, vias, ruas, bueiros). Por este motivo, as taxas cobradas em razão exclusivamente dos serviços públicos de coleta, remoção e tratamento ou destinação de resíduos sólidos 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 (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013).

Deste modo, os serviços de limpeza urbana (varrição, capina, poda, desobstrução do sistema de águas pluviais e limpeza de outros locais de circulação pública) deverão ser custeados por outras receitas do município como: Transferências do governo federal (exemplo: FPM – Fundo de Participação do Município); repasse do governo estadual (exemplo: ICMS - Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre prestações de Serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação); ou recursos municipais arrecadados por meio de impostos (exemplo: IPTU) (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013).

O Ministério do Meio Ambiente (2013) recomenda que a cobrança da taxa de resíduos sólidos domiciliares poderá estar anexa a boletos de outros serviços, por

exemplo, conta de água, por meio de taxas mensais, bimensais, trimestrais, semestrais ou anuais, ou junto com o IPTU. Recomenda ainda, adotar a cobrança pelos serviços de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos dos municípios de pequeno porte, da seguinte forma:

- a) Taxas: Coleta e destinação final para os domicílios e pequenos comércios que gerem resíduos que se caracterizam como domiciliares;
- b) Preços públicos ou tarifas: Para grandes geradores (exemplo: Economias que geram acima de 2.500 litros ou 500 kg de resíduos por mês) ou geradores de resíduos industriais, comerciais, de serviços de saúde, da construção civil, agrossilvopastoris ou de mineração, que utilizam o serviço público de manejo de resíduos sólidos.

Conforme a Lei n  11.445/2007, artigo 29, poderão ser adotados subsídios tarifários e não tarifários para os usuários e localidades que não tenham capacidade de pagamento ou escala econômica suficiente para cobrir o custo integral dos serviços. Dessa forma, caso a Prefeitura opte pela adoção de subsídio tarifário, o déficit originado deverá ser coberto por receitas extra tarifárias, receitas alternativas, subsídios orçamentários, subsídios cruzados intrasetoriais e intersetoriais provenientes de outras categorias de beneficiários dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos, dentre outras fontes, instituídos pelo poder público. Sendo recomendado que a prefeitura reavalie os valores das taxas e tarifas praticados a cada ano e faça o reajuste observando o intervalo mínimo de doze meses, conforme prevê o Decreto n  7.217/2010 que regulamenta a Lei n  11.445/2007 (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013).

A contribuição sobre a cobrança pelos serviços inerentes a Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos do Ministério do Meio Ambiental (2013), indica a seguinte metodologia para o Sistema de cálculo para taxa de resíduos sólidos urbanos:

Passo 1: Levantamento de dados básicos do município:

- a) População: Número de habitantes;
- b) Economias: Número de domicílios, terrenos vazios e estabelecimentos atendidos pelo serviço público; e
- c) Geração de resíduos sólidos domésticos: massa por pessoa por dia.

Passo 2: Definição do valor presente dos investimentos (obras e equipamentos) necessários no horizonte do Plano:

- a) Coleta Convencional: Veículos coletores, garagem etc;
- b) Coleta Seletiva e tratamento: Veículos, PEV Central etc;



- c) Disposição Final: Projetos, licenças, obras e equipamentos do Aterro Sanitário; e
- d) Repasses não onerosos da União ou Estado.

Passo 3: Definição dos Custos Operacionais mensais considerando a contratação direta ou indireta (concessão):

- a) Coleta Convencional: Combustíveis, mão-de-obra, EPIs etc;
- b) Coleta Seletiva e tratamento: Combustíveis, mão-de-obra, EPIs, materiais etc; e
- c) Disposição Final: Combustíveis, mão-de-obra, EPIs, energia elétrica, materiais, análises laboratoriais etc.

Passo 4: Parâmetros para financiamento:

- a) Porcentagem de Resíduos na Coleta Convencional;
- b) Porcentagem de Resíduos na Coleta Seletiva;
- c) Prazo de pagamento; e
- d) Taxa de financiamento dos investimentos (inclui juros e inflação).

Passo 5: Cálculo da Taxa.

A **Tabela 4.60** apresenta um exemplo de simulação.

Tabela 4.60 – Cálculo de Taxa para Resíduos Sólidos Urbanos.

Cálculo de Taxa para Resíduos Sólidos Urbanos				
A	População (hab) :		Equação adotada	Observações
B	Economias:			
C	Geração de resíduos domésticos (kg/hab.dia)			
D	Geração da cidade (ton/mês)	0,00	$(A \times C / 1000) \times 30$	
E	Investimento em Coleta Convencional (R\$):			caminhões, unidades de transbordo, caçambas etc
F	Investimentos em Coleta Seletiva e Tratamento (R\$):			LEVs, PEVs, veículos coletores para catadores etc
G	Investimentos em Disposição Final (R\$):			aterro sanitário
H	Repasse não oneroso da União ou Estado para Resíduos Sólidos (R\$)			convênios ou contratos de repasse
I	Valor total dos investimentos (R\$) :	0,00	$E + F + G - H$	
J	Operação da Coleta Convencional (R\$/mês):			combustível, mão-de-obra, EPI, manutenção etc
K	Operação da Coleta Seletiva e Tratamento (R\$/mês):			água, luz, EPI, manutenção, combustível, mão-de-obra etc
L	Operação da Disposição Final (R\$/mês):			água, luz, EPI, manutenção, combustível, mão-de-obra etc
M	Resíduos da Coleta Convencional (%)			soma tem que ser 100%
N	Resíduos da Coleta Seletiva (%)			
O	Operação da Coleta Convencional (R\$/ton):	0,00	$J \backslash (D \times M)$	cálculo para efeito de comparação com custos de outros municípios
P	Operação da Coleta Seletiva e Tratamento (R\$/ton):	0,00	$K \backslash (D \times N)$	cálculo para efeito de comparação com custos de outros municípios
Q	Operação da Disposição Final (R\$/ton):	0,00	$L \backslash (D \times M)$	cálculo para efeito de comparação com custos de outros municípios
R	Custo operacional total (R\$/mês)	0,00	$J + K + L$	
S	Prazo de pagamento (anos)			deve ser menor do que a vida útil do sistema
T	Taxa de financiamento do investimento (mensal - %)			juros + inflação
U	Pagamento do financiamento - investimentos (R\$/mês)	0,00	$I \times T / \{ 1 - [1 / (1 + T) ^ { (12 \times S) }] \}$	método de prestações fixas
V	Valor da taxa (R\$/economia.mês)	0,00	$(R + U) / B$	cobrança mensal de cada economia
W	Faturamento (R\$ /mês)	0,00	$V \times B$	

Fonte: Adaptado de Ministério do Meio Ambiente, 2013.

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

Estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos, de acordo com o art. 20 da Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, regulamentada pelo Decreto nº. 7.404, de 23 de dezembro de 2010:

- I. os geradores de resíduos sólidos previstos nas alíneas “e”, “f”, “g” e “k” do inciso I do art. 13;
- II. os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que:
 - a) gerem resíduos perigosos;
 - b) gerem resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal;
- III. as empresas de construção civil, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama;
- IV. os responsáveis pelos terminais e outras instalações referidas na alínea “j” do inciso I do art. 13 e, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e, se couber, do SNVS, as empresas de transporte;
- V. os responsáveis por atividades agrossilvopastoris, se exigido pelo órgão competente do Sisnama, do SNVS ou do Suasa (BRASIL, 2010).

Portanto, é necessário instituir cobrança e fiscalização por responsabilidade do poder público municipal, em prazo imediato, dos geradores supracitados, para que os mesmos se responsabilizem e operacionalizem de forma correta o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados no Município de Monte das Gameleiras.

É indispensável que, não somente o município, como os geradores responsáveis pelo gerenciamento dos seus resíduos sólidos produzidos, realizem o transporte de seus resíduos, com empresas habilitadas e licenciadas no órgão ambiental do Estado. Sendo o transporte terrestre de resíduos sólidos regulamentado pela NBR 13.221/2010, a qual não se aplica aos materiais radioativos, transportes aéreos, hidroviário, marítimo, assim como ao transporte interno, numa mesma área, do gerador, conforme descrito.

Para definir as regras para as etapas do gerenciamento de resíduos sólidos de responsabilidade do município, as quais contemplam o armazenamento, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento, triagem e reciclagem e destinação final dos resíduos sólidos, foram utilizadas como base a Política Nacional de Resíduos Sólidos, leis e decretos relacionados, as normas ABNT para o tema e resoluções do CONAMA. A seguir, serão apresentadas as regras baseadas nas referências citadas, as quais deverão ser

seguidas tanto pelo prestador de serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos municipal, quanto por todos os geradores que possuem responsabilidade de gerenciamento dos resíduos sólidos gerados.

Acondicionamento e Coleta (Lei nº12.305, NBR 9.190 e NBR 12.980):

- Realizar estudo para verificar se os setores e a frequência de coleta são adequados para garantir o equilíbrio entre a quantidade de resíduos coletados nos bairros com as distâncias das rotas percorridas pelos caminhões, melhorando o tempo/quilometragem da coleta.
- Definição dos setores de coleta e rotas a serem percorridas pelo caminhão, considerando a minimização de manobras e eliminação dos percursos mortos (sem coleta) desnecessários, reduzindo desta forma o tempo e quilometragens excessivas (a priorização do melhor percurso bem como da rota mais segura para a equipe de coleta, nem sempre implica no menor trajeto).
- Reavaliar os roteiros de coleta durante a fase de operação, no mínimo num intervalo de três meses, a fim de verificar e monitorar a adesão, praticabilidade e melhoria da eficiência.
- A definição oficial de roteiro deve ser feita após discussão entre a Prefeitura Municipal, a população e a empresa que executa o serviço.
- Dimensionar a frequência de coleta em cada setor, considerando a densidade populacional da área; tipos de recipientes (lixeiros) utilizados no acondicionamento dos sacos de lixo; mão-de-obra; condições e acessos existentes.
- Definir horário de coleta de acordo com estudo sobre as vantagens e desvantagens para cada setor, buscando reduzir ao máximo o impacto na dinâmica da população.
- Deverá ser realizada a coleta de resíduos domésticos, estabelecimentos comerciais, públicos, prestação de serviços, institucionais, entulhos, terras e galhos de árvores, desde que embalados em recipientes de até 100 L.
- Após a implantação de sistema de coleta seletiva no município, os resíduos recicláveis deverão ser acondicionados adequadamente e de forma diferenciada.
- A execução da coleta deverá ser realizada porta a porta com frequência adequada, no período diurno e/ou noturno por todas as vias públicas oficiais à circulação ou que venham a ser abertas, acessíveis ao veículo de coleta.
- Excluindo-se a possibilidade de acesso ao veículo coletor, a coleta deverá ser manual, nunca ultrapassando um percurso de 200 m além do último acesso.



- As execuções dos serviços de coleta deverão ser realizadas de segunda a sábado, inclusive feriados.
- Os coletores deverão usar uniformes, luvas, t nis, coletes refletivos, capas de chuva, bon s e outros eventuais vestuários de segurança.

Transporte (Lei n 12.305, NBR 13.221 e NBR 12.980):

- O transporte de resíduos deve ser realizado por meio de veículo e/ou equipamento adequado, obedecendo às regulamentações pertinentes. Durante o transporte, o resíduo deve estar protegido de intemp rias ou exposição ao meio ambiente, assim como deve estar devidamente acondicionado para evitar o seu espalhamento na via pública.
- Os caminhões coletores deverão ser do tipo Veículo Coletor com compactação e Veículo Coletor sem compactação, equipados com carroceria especial para coleta de lixo, dotado de sistema de descarga automática, com carregamento traseiro e dotado de suporte para p  e vassouras.
- Os caminhões coletores deverão possuir inscrições externas alusivas aos serviços prestados e obedecer aos dispositivos de segurança e padrões exigidos para tal.
- Os caminhões e demais equipamentos deverão ser adequados e suficientes para atendimento da contratação objeto, possuindo idade máxima de 10 anos.
- A descontaminação dos equipamentos de transporte, quando necessária, deve ser realizada em local adequado. Para o manuseio e destinação adequada de resíduos, deve ser verificada a classificação discriminada na ABNT NBR 10004/2004.
- Para o armazenamento de resíduos perigosos deve ser verificada a ABNT NBR 12235/1992, assim como o transporte de resíduos de serviços de saúde deve atender t mb m às ABNT NBR 12807/1993, ABNT NBR 12808/1993, ABNT NBR 12809/1993 e ABNT NBR 12810/1993.

Destinação Final (Lei n 12.305, NBR 13.896 e NBR 13.591):

- Os resíduos advindos dos serviços em questão, se possível e preferencialmente, deverão ser beneficiados por meio dos processos de triagem, gravimetria, reciclagem e compostagem (considerar o processo de compostagem apenas para os resíduos orgânicos).

- Em caso da inexistência dos processos de compostagem NBR 13.591 (resíduos orgânicos) e reciclagem, a disposição final dos resíduos deverá ser realizada em aterro sanitário de resíduos não perigosos (Classe II A), devidamente licenciado aos órgãos ambientais competentes.

Tendo em vista a necessidade de tornar as regras apresentadas de domínio de todos os envolvidos no processo de manejo dos resíduos sólidos, desde os geradores, prestadores de serviços, até os recursos humanos envolvidos na rotina de coleta e destinação final, deverá ser elaborado em prazo imediato Projeto Informativo/Educativo para a população, Prefeitura Municipal e entidades prestadoras de serviços, comerciais e industriais do município, para capacitação sobre o conteúdo e visando o cumprimento das normas vigentes.

4.6.4 Critérios para pontos de apoio ao sistema de limpeza

Inúmeros problemas do sistema de limpeza urbana estão associados à insuficiência operacional da prestação dos serviços, esse fator muitas vezes   consequência da falta de definição de critérios nos diversos setores da área de planejamento como, por exemplo, no apoio   guarnição, centros de coleta voluntária, mensagens educativas para a área de planejamento em geral e para a população específica.

Como alternativa a esse cenário, é necessário desenvolver critérios para definição e utilização de pontos de apoio os quais devem considerar o fluxo de passagem diária de pessoas; a boa visualização do material de educação ambiental; a abrangência do maior número possível de pessoas; o local com pessoas instr idas a ajudar em caso de d vidas da população; pontos estratégicos localizados dentro do município.

A seguir, serão apresentados critérios específicos para a implantação e operação de pontos de apoio ao sistema de limpeza urbana no Município de Monte das Gameleiras, bem como de melhorias às campanhas informativas e apoio às equipes envolvidas.

Lixeiras públicas

- Devem permitir o acondicionamento diferenciado dos resíduos e serem dimensionadas conforme o volume médio de resíduos gerados pela população local. Sendo recomenda a implantação de pelo menos 04 (quatro) lixeiras por quarteirão (um em cada esquina) localizados em centros comerciais ou de grande circulação de transeuntes.

Ecopontos ou Pontos de Entrega Voluntária (PEV) (ABNT/NBR 15.112/2004)

- Ser planejada a implantação de Ecopontos ou PEV como alternativa de apoio para a gestão do sistema de limpeza urbana, principalmente dos diversos tipos de resíduos volumosos, recicláveis, de construção civil e de podas.
- Deverão ser instalações públicas e de uso gratuito pela população, que receberão resíduos em pequenas quantidades (no máximo 1 m³, ou seja, os pequenos geradores), os resíduos da construção civil, recicláveis, volumosos, pneus, dentre outros resíduos que não são coletados na coleta convencional.
- Seguir os critérios e aspectos técnicos estabelecidos pela ABNT/NBR 15.112/2004, para sua implantação e operação.

Instalação de Locais de Entregas Voluntárias (LEV's)

- Para instalação desses locais devem ser priorizados pontos de grande circulação de pessoas, como supermercados, postos de combustíveis, farmácias, praças, dentre outros, considerando a densidade populacional.
- Devem conter facilidade para o estacionamento de veículos; estar em local público, visando garantir o livre acesso dos participantes; seu entorno não deve estar sujeito a alagamentos e intempéries (ação da chuva, vendavais, etc.); e, conter boa iluminação.
- A frequência do recolhimento dos resíduos acondicionados nessas estruturas dependerá da taxa de adesão da população, devendo ser recolhido ao menos uma vez na semana.

Pontos de Apoio às Guarnições e Frentes de Trabalho (NR 24)

- Seguir as orientações da NR 4, quanto a fornecer condições e instalações adequadas para o trabalhador da limpeza pública, dispostos em áreas estratégicas que permitam o fácil e rápido acesso por parte dos funcionários ao longo de sua jornada de trabalho.
- Promover contínua capacitação dos recursos humanos envolvidos nos serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos, de modo a proporcionar esclarecimentos sobre a necessidade de utilização dos equipamentos de proteção individual, procedimentos de operação das suas atividades, com vistas a proteção da sua saúde e segurança.

4.6.5 Descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa

Da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010, e seu regulamento, Decreto nº 7.404/2010, entre outros princípios e instrumentos introduzidos, destacam-se a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a logística reversa. Nos termos da PNRS, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos é o "conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos".

Respeitado o disposto no art. 33 da Lei 12.305/2010, e de outras ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, o poder público local tem responsabilidade na implantação da coleta seletiva e na logística reversa. O Decreto nº 7.404/2010 que regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) estabelece que a implantação da coleta seletiva é instrumento essencial para a disposição ambientalmente adequada dos rejeitos.

O art. 30 da Lei nº 12.305/10 dispõe sobre a responsabilidade compartilhada, aos acordos setoriais e implementação de sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, bem como prevê a dispensa de licitação em contratação de cooperativas e associações de catadores, além da previsão do Poder Público em encarregar-se de responsabilidade inerentes a fabricantes, distribuidores e comerciantes.

De acordo com a lei supracitada, a logística reversa é um "instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada". Para sua implementação poderão ser utilizados três instrumentos: regulamento, acordo setorial e termo de compromisso.

O Inciso IV, do Art. 31. da Lei nº 12.305/10 estabelece que no tocante a responsabilidade compartilhada que os fabricantes, importadores, distribuidores e

comerciantes podem firmar acordos ou termos de compromisso com o município, para participar das ações previstas no plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, no caso de produtos ainda não incluídos no sistema de logística reversa definido pelo sistema nacional.

Um instrumento estratégico para incentivar a logística reversa é a implantação do Programa Municipal de Coleta Seletiva, no entanto, é relevante ressaltar que os principais instrumentos para sua realização estão vinculados aos acordos setoriais firmados entre os diversos setores com o Ministério do Meio Ambiente.

A situação da implantação da logística reversa das diversas cadeias, está apresentada na **Tabela 4.61**.

Tabela 4.61 – situação da implantação da logística reversa das diversas cadeias.
SISTEMAS DE LOGISTICA REVERSA EM IMPLANTAÇÃO

Cadeias	Status atual
Embalagens Plásticas de Óleos Lubrificantes	Acordo setorial assinado em 19/12/2012 e publicado em 07/02/2013.
Lâmpadas Fluorescentes de Vapor de Sódio e Mercúrio e de Luz Mista.	Acordo setorial assinado em 27/11/2014 e publicado em 12/03/2015.
Embalagens em Geral.	Acordo setorial assinado em 25/11/2015 e publicado em 27/11/2015.
Produtos Eletroeletrônicos e seus Componentes.	Dez Propostas de acordo setorial recebidas até junho de 2013, sendo 4 consideradas válidas para negociação. Proposta unificada recebida em janeiro de 2014. Em negociação. Próxima etapa – Consulta Pública.
Medicamentos	Três Propostas de acordo setorial recebidas até abril de 2014. Em negociação. Próxima etapa – Consulta Pública.

Fonte: SINIR, 2017.

Existem cadeias que já possuem sistemas de logística reversa implantados, anteriormente à Lei nº 12.305/2010, através de Leis, Decretos e Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, nas quais citamos:

- Pneus inservíveis (Resolução Conama nº 416/2009);
- Embalagens de agrotóxicos (Lei 7802/89; Lei 9974/00; Decreto 4074/02; Resolução Conama 465/2014);
- Óleo lubrificante usado ou contaminado - OLUC (Resolução Conama nº 362/2005);
- Pilhas e baterias (Resolução nº 401, de 04/11/2008).

A coleta seletiva deve ser implantada pelos titulares dos serviços públicos de limpeza e manejo dos resíduos sólidos e estabelecer, no mínimo, a separação prévia dos resíduos secos e úmidos. Neste sentido, a nova lei, impôs, especificamente quanto ao sistema de

coleta seletiva, obrigações aos consumidores que deverão acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados e disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução.

Paralelamente à imposição das obrigações, o parágrafo único do artigo 35, prevê que o poder público municipal poderá instituir incentivos econômicos aos consumidores que participam do sistema de coleta seletiva, além de estabelecer em suas áreas de abrangência as formas adequadas de acondicionamento, segregação e disponibilização para a coleta seletiva dos resíduos, sendo os geradores responsáveis pelo cumprimento das normas.

Deste modo, o Município de Monte das Gameleiras deverá realizar, em prazo imediato, um estudo para elaboração de projeto para implantar no curto prazo a coleta seletiva a qual deverá estar fundamentada nos princípios da Lei Nacional de Resíduos Sólidos e da Lei Nacional de Saneamento Básico, provendo condições adequadas para operação do sistema, apoio e incentivos aos catadores de resíduos recicláveis e informação e capacitação a todos os envolvidos neste processo.

São responsáveis por estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

- I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;
- II - pilhas e baterias;
- III - pneus;
- IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
- V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes (BRASIL, 2010).

No Brasil, atualmente apenas os resíduos especificados nos incisos I, II, III e IV possuem o sistema de logística reversa implementados. Para os resíduos especificados nos incisos V e VI ainda estão sendo adequados para implantação.

O Art. 36 da Lei 12.305/2010 dispõe, no § 1º, na forma do disposto em regulamento ou em acordos setoriais e termos de compromisso firmados entre o poder público e o setor empresarial, os sistemas previstos no caput serão estendidos a produtos comercializados

em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro, e aos demais produtos e embalagens, considerando, prioritariamente, o grau e a extensão do impacto   saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados.

  2  A definição dos produtos e embalagens a que se refere o   1  considerar  a viabilidade técnica e econômica da logística reversa, bem como o grau e a extensão do impacto   saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados.

  3  Sem prejuízo de exigências específicas fixadas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS, ou em acordos setoriais e termos de compromisso firmados entre o poder público e o setor empresarial, cabe aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos produtos a que se referem os incisos II, III, V e VI ou dos produtos e embalagens a que se referem os incisos I e IV do caput e o   1  tomar todas as medidas necessárias para assegurar a implementação e operacionalização do sistema de logística reversa sob seu encargo, consoante o estabelecido neste artigo, podendo, entre outras medidas:

I - implantar procedimentos de compra de produtos ou embalagens usados;

II - disponibilizar postos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis;

III - atuar em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, nos casos de que trata o   1 .

  4  Os consumidores deverão efetuar a devolução após o uso, aos comerciantes ou distribuidores, dos produtos e das embalagens a que se referem os incisos I a VI do caput, e de outros produtos ou embalagens objeto de logística reversa, na forma do   1 .

  5  Os comerciantes e distribuidores deverão efetuar a devolução aos fabricantes ou aos importadores dos produtos e embalagens reunidos ou devolvidos na forma dos às 3  e 4 .

  6  Os fabricantes e os importadores darão destinação ambientalmente adequada aos produtos e às embalagens reunidos ou devolvidos, sendo o rejeito encaminhado para a disposição final ambientalmente adequada, na forma estabelecida pelo órgão competente do Sisnama e, se houver, pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos.

  7  Se o titular do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, por acordo setorial ou termo de compromisso firmado com o setor empresarial, encarregar-se de atividades de responsabilidade dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes nos sistemas de logística reversa dos produtos e embalagens a que se refere este artigo, as ações do poder público serão devidamente remuneradas, na forma previamente acordada entre as partes.

§ 8º Com exceção dos consumidores, todos os participantes dos sistemas de logística reversa manterão atualizadas e disponíveis ao órgão municipal competente e a outras autoridades informações completas sobre a realização das ações sob sua responsabilidade.

4.6.6 Critérios de escolha da área para localização do bota-fora dos resíduos inertes gerados

A Resolução CONAMA n  307/2002 estabelece critérios para escolha da área para localização de bota-fora dos resíduos inertes gerados. Alguns dos principais aspectos que devem ser considerados são: O cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento; o estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos; a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas; a definição de critérios para o cadastramento de transportadores.

O Art. 5  da referida Resolução estabelece que é instrumento para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos municípios, devendo estar em consonância com o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos a ser elaborado pelo município, devendo constar no Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil.

No município de Monte das Gameleiras não existe área de “bota-fora” licenciada para a disposição dos Resíduos da Construção Civil (RCC) nem Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil. Deste modo, prevê-se no prazo imediato a elaboração de Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, de modo a estabelecer os procedimentos e abrangência das atividades de coleta e disposição final desses resíduos, identificando as responsabilidades do poder público, dos munic pes e dos grandes geradores, seguindo as recomendações da Resolução CONAMA n  307/2002 na indicação das áreas de bota-fora.

Destaca-se ainda, a necessidade de se implantar, em curto prazo, a fiscalização quanto ao tipo de resíduos a ser transportado para o “bota-fora” e as condições em que estão sendo destinados, uma vez que os resíduos de características não inertes, como: Latas de tintas, latas de solventes e outros, deverão ser destinados para o intermediário responsável para sua disposição final, conforme a legislação.

Recomenda-se que a prefeitura cobre uma taxa por carga a ser transportada (até 6 m³), para detritos oriundos da construção civil, deste modo, a taxa deve ser normatizada de forma que seja capaz de suprir os custos com a despesa.

4.6.7 Identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos

Para escolha das áreas de disposição final de resíduos sólidos, muitos critérios de engenharia estão envolvidos, os quais abarcam os parâmetros ambientais, de uso e ocupação do solo e operacionais. Além dos critérios técnicos e legais, devem ser observados também critérios econ micos e financeiros (custo de aquisição da área, custo de construção e infraestrutura, custo de manutenção, etc), bem como, critérios políticos e sociais (aceitação da comunidade local, acesso   área por trajetos com baixa densidade populacional, etc.). A partir da inter-relação entre todos esses fatores deverão ser identificadas as alternativas de alocação adequada de áreas para disposição dos resíduos sólidos e para a sua gestão no âmbito municipal.

A NBR 13896/97, fixa as condições mínimas exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não perigosos e estabelece como critérios para a localização de aterro sanitário as seguintes condições:

- É O impacto ambiental decorrente da instalação do aterro seja minimizado;
- É A aceitação do empreendimento pela população seja maximizada;
-   Esteja de acordo com o zoneamento da região;
-   Tenha longo tempo de vida útil e necessite de um mínimo de obras para início da operação.
-   Evitar áreas com declividade inferior a 1% ou superior a 30%, uma vez que a topografia é fator determinante na escolha do método construtivo e nas obras de terraplenagem;
- É Realizar o reconhecimento do perfil do solo, subsolo e a capacidade de carga;
- É A permeabilidade seja inferior a 10⁻⁶ cm/s;
-   O nível do lençol freático, em período crítico, não seja inferior a 1,5 m do fundo da célula do aterro;
- É O aterro deve se localizar a uma distância mínima de 200 m de corpos d'água;
-   Não seja instalado em áreas cuja supressão da vegetação implique na retirada de espécies em risco de extinção, etc.

O Relatório Síntese do Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte (PEGIRS/RN) apresenta uma proposta de regionalização estadual para permitir a gestão adequada dos resíduos. Através dos estudos realizados para elaboração do Plano os municípios do estado foram divididos em cinco regionalizações, além da Região Metropolitana e o município de Mossoró, que já têm consolidados com Aterros Sanitários em fase de operação. De acordo com o PEGIRS/RN essa proposta de Cenário de Regionalização é considerada ideal para o Estado, representando um suporte à formação dos Consórcios Públicos de Resíduos Sólidos ou de Saneamento Básico.

Para o Município de Monte das Gameleiras está proposta neste estudo a implantação de um aterro sanitário, onde receberá os resíduos sólidos de mais 38 municípios (Arêz, Baía Formosa, Boa Saúde, Brejinho, Campo Redondo, Canguaretama, Coronel Ezequiel, Espírito Santo, Goianinha, Jaçanã, Japi, Jundiá, Lagoa d'Anta, Lagoa de Pedras, Lagoa Salgada, Lajes Pintadas, Montanhas, Monte Alegre, Monte das Gameleiras, Nísia Floresta, Nova Cruz, Passa e Fica, Passagem, Pedro Velho, Serra Caiada, Santa Cruz, Santo Antônio, São Bento do Trairí, São José de Mipibu, São José de Campestre, Senador Georgino Avelino, Serra de São Bento, Serrinha, Sítio Novo, Tangará, Tibau do Sul, Várzea, Vera Cruz e Vila Flor), com previsão de atender a 392.000 habitantes, com uma produção estimada de 6.138 ton./mês de resíduos, com cada tonelada custando em torno de 55,77 reais. Sendo previsto a implantação de aterro sanitário em Santo Antônio.

4.6.8 Procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, incluída a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos

Para universalização da prestação do serviço de Limpeza Pública e Manejo de Resíduos Sólidos é necessária a garantia da abrangência do serviço com cobertura de todo o território municipal e em qualidade satisfatória. Ficou bem estabelecida no diagnóstico do sistema, a distinção de realidade da zona urbana do município e da zona rural e áreas especiais, deste modo é necessário que estudos distintos sejam realizados para o atendimento das necessidades identificadas no Diagnóstico Técnico-Participativo.



4.6.8.1 Procedimentos operacionais dos serviços públicos de limpeza urbana

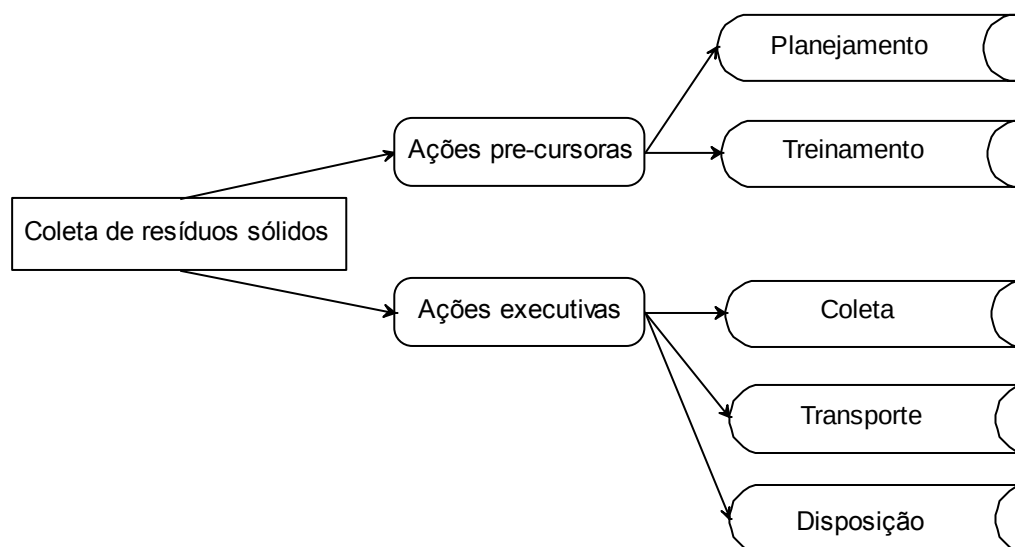
Os procedimentos operacionais de limpeza urbana de um município consistem numa série de atividades inter-relacionadas com o objetivo de atender todos os parâmetros ambientais necessários à minimização dos impactos ambientais sobre a saúde da população. Esses procedimentos devem levar em consideração o custo para seleção das melhorias alternativas a serem aplicadas no município. Assim, os procedimentos serão compostos pelas seguintes atividades:

- A coleta de resíduos sólidos domiciliares, comerciais e de varrição.
- A coleta de resíduos de poda
- A coleta de resíduos de construção
- Varrição de vias públicas, logradouros e feiras-livres
- Capinação, roçagem, raspagem de linhas d'água e pintura de meio-fio
- Coleta Seletiva

4.6.8.1.1 A coleta de resíduos sólidos domiciliares, comerciais e de varrição

A coleta de resíduos classe II-A (NBR 10.004/04) é a atividade mais importante de um programa de limpeza urbana municipal. O serviço é responsável pela remoção de todos os resíduos produzidos na cidade. Os demais resíduos, correspondem aos entulhos, material resultante da varrição, matéria orgânica de podas e de capina serão atendidos por outras atividades. A metodologia operacional deve ser dividida em 2 grandes ações, que por sua vez são subdivididas em mais 5, conforme apresentado na **Figura 4.22**.

Figura 4.22 - Fases planejadas para o sistema de coleta.



Fonte: SETUR/RN, 2007.

As ações precursoras são as que devem ser realizadas antes das atividades de coleta propriamente dita. Envolve planejamento e treinamento e serão de responsabilidade do corpo de gestão da Prefeitura, conforme detalhado abaixo:

- O Planejamento é iniciado quando a forma de gerenciamento é definida, podendo este sofrer pequenas adaptações durante sua execução.
- O treinamento ocorre antes e durante as atividades e consiste no desenvolvimento de ações que visem a segurança e bem-estar do trabalhador e da população atingida pelas atividades planejadas.

As ações executivas são aplicadas não apenas aos funcionários, como é o objetivo das ações percussivas, mas no conjunto formado pelo veículo de coleta e sua guarnição ou equipe. É formado basicamente pelas atividades de coleta, transporte e disposição de resíduos sólidos, conforme detalhado abaixo:

- A coleta, que consiste pelo ato de retirar os resíduos do seu local de armazenamento domiciliar temporário e transportá-lo para o veículo de coleta poderá ser realizada por 2 metodologias: Da coleta pontual e; de coleta corrida. A primeira ocorre em locais onde há um grande acúmulo de lixo, como no caso de formação de pontos de lixo. Nessa metodologia o veículo permanece estacionado enquanto os garis utilizam pás e vassouras para recolher e transportar os resíduos para carga no veículo.

Os pontos de lixo podem ser formados pela cultura local, falta de planejamento ou ainda pela presença de irregularidades na frequência e horários

de atendimento população. O problema poderá ser resolvido pela modificação do horário e frequência de atendimento e pela implementação de ações educativas a população através de campanhas de conscientização.

A coleta corrida consiste na retirada dos resíduos armazenados em sacos plásticos ou recipientes defronte as residências do município. Nesta metodologia o veículo e sua guarnição percorrem as ruas da cidade num trajeto pré-definido. Os resíduos são transportados para o veículo que permanece em movimento.

- b) O transporte possui duas fases distintas, durante a realização da coleta e no trajeto entre o fim da coleta e a disposição dos resíduos com velocidades bem definidas para promover a segurança dos trabalhadores e transeuntes. As velocidades médias devem ser em torno de 5 km/h para coleta de resíduos e de 35 km/h para transporte destes a área de disposição final (lixão ou aterro sanitário). Caso sejam utilizados veículos tipo caçamba basculante, os resíduos deverão ser cobertos com lona durante a fase de transporte e os garis devem estar na boleia do veículo e nunca do equipamento de carga.
- c) A disposição final inicia-se no momento que o veículo aporta na área de descarga definida pela prefeitura (lixão, estação de transbordo ou aterro sanitário). Ao chegar no local determinado pela prefeitura, os garis deixam a boleia do veículo e auxiliam o motorista na execução das manobras com o veículo. Após o correto posicionamento a ser é iniciada a descarga dos resíduos via sistema hidráulico.

Na execução da atividade cada gari deverá estar uniformizado com camisas e calças, calçados, meias, luvas de algodão emborrachadas de cano longo e bonés. As luvas devem ser trocadas a cada 15 dias ou quando apresentarem defeitos. Itens de fardamento a cada 4 meses, vassouras a cada mês e demais ferramentas a cada 4 meses.

4.6.8.1.2 A coleta de resíduos de poda

Este serviço consiste em efetuar o recolhimento de forma manual dos resíduos vegetais resultantes da poda ou queda de árvores localizadas em vias e logradouros públicos do município.

A coleta de resíduos de podas e remoção de árvores deverá ser realizada de acordo com as solicitações da Administração, não havendo local pré-definido para sua execução. Para sua execução. Depois de providenciado o isolamento da área com cones de

sinalização, os galhos de árvores serão depositados ordenadamente na carroceria do caminhão.

Na execução da atividade deverá ser utilizada equipe composta por 01 (um) motorista e 02 (dois) garis, um caminhão carroceria de madeira de 7m³. Antes de efetuar o transporte os resíduos serão devidamente fixados e amarrados com cordas na carroceria do veículo, evitando assim que ocorram acidentes em seu deslocamento. Concluída a carga do caminhão, o mesmo será encaminhado ao destino final indicado pela Prefeitura.

4.6.8.1.3 A coleta de resíduos de construção

Este serviço consiste em efetuar o recolhimento de forma manual dos resíduos de construção civil em vias e logradouros públicos do município e deverá ser realizado de acordo com as solicitações da Prefeitura, não havendo local pré-definido para sua execução.

A equipe para execução do serviço deverá apresentar-se ao trabalho devidamente uniformizada e munida de todos os equipamentos necessários, inclusive os equipamentos de proteção individual – EPI's. A equipe será preferencialmente formada por pares de “paliadores” destro e canhoto, de forma a que ambos trabalhem concomitantemente no recolhimento dos resíduos.

Após o carregamento pleno do veículo transportador (preferencialmente caçamba basculante de 6 m³), o mesmo deverá ser encaminhado para área de destino final indicada pela Prefeitura. Durante o transporte a caçamba basculante deve ser coberta com lona em polietileno 200 micras, em perfeito estado de conservação, devidamente fixada, cobrindo totalmente a carga transportada para evitar derramamento durante todo o trajeto do veículo até o destino final. Sempre que possível o veículo deverá ter abertura pivotante lateral da tampa da caçamba para evitar obstrução durante o basculamento.

4.6.8.1.4 Varrição de vias públicas, logradouros e feiras-livres

Entende-se por varrição o conjunto das atividades necessárias e remover manualmente os resíduos sólidos acumulados em vias pavimentadas e demais logradouros públicos da zona urbana. Também é parte deste serviço a atividade de esvaziamento de cestos de resíduos para pequenos volumes e acondicionamento dos resíduos em sacos plásticos para posterior retirada por veículos de coleta.

A varrição deverá executada, sempre que possível, em todas nas vias pavimentadas do município de forma alternada, com variação de 1 vez por semana. Porém, o Centro

Comercial será atendido diariamente e, no caso dos locais onde se realizam as feiras públicas, o atendimento será sempre ao término destas.

A importância da varrição tem relevância:

- a) Impacto estético positivo causado pelo asseio de uma via ou logradouro público;
- b) Impacto sanitário, pois a remoção dos resíduos de varrição carrega consigo várias partículas, esporos, fungos e pequenos animais potencialmente causadores de doenças
- c) Evita que resíduos depositados ao longo das guias sejam arrastados pelo vento ou pela água para as estruturas de drenagem urbana, possibilitando a ocorrência de entupimentos.

O serviço será do tipo manual, em que o gari varredor utilizará pás, vassouras e carrinhos para varrer e retirar os resíduos.

A varrição deve ser realizada por duplas em que cada gari é responsável por uma guia, assim os dois seguem pela avenida lado a lado. Cada gari possuirá um carrinho tipo lutocar ou contenedor, com capacidade mínima de 90 litros, uma pá quadrada para auxiliar no recolhimento dos resíduos, vassourão de 25 fiadas e sacos plásticos de 100 litros da cor preta (cinco por dia), filme número 10 ou mais resistente e demais EPI's.

As guias serão varridas desde seu limite até cerca de 1 metro em direção ao centro do logradouro, medida feita a partir da linha de meio fio, isto porque os movimentos dos veículos e transeuntes empurram os detritos para as guias, sendo portando, dispensável a varrição em seu centro.

Os sacos plásticos serão encaixados na lutocar ou contenedor por sua tampa de modo a preencher todo o volume destinado ao acúmulo de resíduos. Parte de seu corpo (cerca de 10%) permanecerá forma da área de carga, servindo posteriormente como alça para retirada do próprio.

Os resíduos varridos ou retirados dos pequenos cestos públicos de lixo (lixeiras) preencherão o volume do equipamento até cerca de 70% do seu total, ou cerca de 25 quilos. Nesse momento deverá ser realizado o lacre (com um ou mais nós na ponta) e a disposição dos sacos em vias públicas para coleta.

4.6.8.1.5 *Capinação, roçagem, raspagem de linhas d'água e pintura de meio-fio*

O objetivo do serviço de capina é manter os logradouros públicos livres de mato, ervas daninhas e materiais volumosos e criando um bom aspecto visual. A roçagem é feita

quando se deseja manter uma cobertura vegetal de modo a se evitar deslizamentos de terra e erosões em taludes e encostas. A pintura de guias é útil na orientação do tráfego de veículos.

Os serviços de capinação, roçagem, raspagem de linha d'água e pintura de meio fio são executados de acordo com as solicitações da administração, não havendo local pré-definido para sua execução. O serviço também atende as demandas de eventos públicos realizados no município.

A capinação manual utiliza enxadas, foices, pás e demais ferramentas com o objetivo de retirar gramíneas, ervas e material vegetal de pequeno porte das vias e logradouros públicos.

No processo, o gari de limpeza retira os vegetais em sua totalidade, inclusive com a realização da extirpação das raízes. A atividade também possui uma função social já que elimina parte da poluição visual causada pelo crescimento desordenado da vegetação e pode ser aplicada em canteiros centrais, calçadas, guias, meio-fio, praças e áreas para realização de eventos.

A roçagem difere da capinação manual por não extinguir a vegetação. Ao invés disso a atividade ordena o crescimento das plantas e gramíneas. Utiliza as mesmas ferramentas, mas apenas apara os vegetais sendo muito utilizada no desenvolvimento de trabalhos de paisagismos como modeladora estética e é aplicada principalmente em praças e canteiros centrais. As duas metodologias são aplicadas em quaisquer logradouros, independentemente de haver ou não pavimentação.

A raspagem de linha d'água só é executada ao longo de vias e logradouros pavimentados e visa tão somente a retirada de terra das canaletas destinada a drenagem pluvial e de águas servida. A atividade é necessária porque com o passar do tempo há um acúmulo de resíduos muitos finos, do tipo silte e argila, que dificilmente são retirados pelos serviços de varrição. Os detritos criam, na maioria dos casos, uma pequena camada de lodo ou até mesmo de pequenos vegetais e se solidificam, criando uma barreira ao escoamento das águas por gravidade. Nesse momento a raspagem deve ser realizada com a utilização de pás e enxadas. A canaletas são raspadas e os pequenos resíduos não retirados por esta raspagem são submetidos a uma varrição localizada.

A pintura de meio-fio é realizada após os serviços de capina, roçagem e raspagem de linha d'água com o objetivo de livrar as guias de qualquer impureza e prepará-la para a

pintura. O serviço é executado com baldes e broxas e consiste na aplicação de tinta à base de água (cal hidratada) nas guias das vias e praças públicas.

4.6.8.1.6 Coleta Seletiva

Buscando atender às diretrizes apresentadas no art. 9º da Lei 12.305/2010, que demonstra a prioridade a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento, recuperação energética, disposição final dos resíduos, o Município de Equador deve implantar um Programa Municipal de Coleta Seletiva porta a porta.

Além da modalidade porta a porta, o município deverá fomentar a agregação conjunta de outras formas de Coleta Seletiva, como os Programas de Coleta Seletiva Internos, o de Postos de Entrega Voluntária. Procedimentos que se tornam alternativas essenciais para se atingir a meta de destinação ambientalmente adequada (reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e o até aproveitamento energético, desde que compatível com a Lei 12.305/2010).

O programa de Coleta Seletiva deve desenvolver ações de motivação dos agentes envolvidos: catadores e população, para que o material coletado seja o máximo possível do montante produzido. Deverão ser traçadas ações e sugeridas metas sempre com o objetivo que as ações terão que ter uma continuidade, caso contrário haverá um desestímulo pelas partes envolvidas: catadores e população.

Para tanto é necessário se estruturar o Programa de Coleta Seletiva, sendo necessário dispor de uma estrutura mínima:

- a) Implantação de um galpão de triagem (projeto já desenvolvido pela SEMARH e disponibilizado para o Município);
- b) Organizar entidade associativa de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
- c) Disponibilização de um veículo para realizar o recolhimento dos resíduos recicláveis;
- d) Implantar mecanismos de monitoramento da eficiência e dos custos envolvidos, buscando dar continuidade às ações da coleta seletiva. Esses mecanismos envolvem avaliação em primeiro lugar da implantação do programa do ponto de vista da abrangência da coleta e em segundo lugar de quanto foi efetivamente recuperado dos resíduos que vão para o destino final.

Para êxito de um Programa de Coleta Seletiva se faz necessário o desenvolvimento de campanhas educativas visando a sensibilização e mobilização de toda a população.

4.6.8.2 Procedimentos operacionais para disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Quanto à disposição final dos resíduos no Município é fundamental o desenvolvimento de medidas que possibilitem mitigar a situação do lixão e possibilitar a utilização da área com melhores condições operacionais e ambientais. Sendo necessário implantar as ações descritas abaixo:

- Promover o isolamento e cercamento da área de disposição final com a utilização de estacas com altura mínima de 2,0 m, com fio de arame galvanizado, diâmetro de 2,0 mm com distância máxima entre fios de 15 centímetros;
- Proceder a regularização do lixo exposto, através do confinamento do material e compactação com trator de esteira e o seu recobrimento com uma camada final de terra de no mínimo 30 cm;
- Realizar a instalação de portão de controle de acesso, com condições mínimas que garanta a vigilância, com controle de entrada e saída de pessoas e equipamentos, como forma de impedir o acesso de pessoas e veículos não autorizados;
- Não permitir a presença de animais e catadores na área de disposição final;
- Designar servidor público responsável pela vigilância e controle do acesso na área;
- Para o interior da área só poderão ser destinados aqueles materiais previstos na Resolução CONAMA 404/2008 que são aqueles provenientes de domicílios, de serviços de limpeza urbana, de pequenos estabelecimentos comerciais, industriais e de prestação de serviços, que estejam incluídos no serviço de coleta regular de resíduos e que tenham características similares aos resíduos sólidos domiciliares;
- Cadastrar todos os veículos que realizam coleta de resíduos domiciliares no município;
- Efetuar o registro dos resíduos que entram na área de disposição final, garantindo que só terão acesso a área os veículos previamente cadastrados pela prefeitura;
- Não permitir a realização de queimadas de lixo na área;



- Manter a compactação e o recobrimento dos resíduos com uma camada de terra de 15 a 20 cm, com a frequência mínima de três vezes por semana.

A utilização da área do lixão utilizando-se as medidas acima se dará até que seja implantado o Aterro Sanitário Regional no Município de Monte das Gameleiras.

4.6.9 Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada

De acordo com os estudos realizados nos tópicos anteriores e das deficiências identificadas na etapa do Diagnóstico Técnico-Participativo, recomenda-se as intervenções listadas na **Tabela 4.62** e na **Tabela 4.63**.

Tabela 4.62 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para o serviço de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos para a Zona Urbana.

Zona Urbana			
Componente do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Coleta Convencional	1.Cobertura de 100% na Zona Urbana	1.Manter a Cobertura de 100% da Zona Urbana. 2. Estudo para implantação de coletores públicos em locais estratégicos do município.	
Coleta Seletiva	1.Atender toda a população com coleta seletiva, atendendo a 100% na Zona Urbana.	1.Estudo para avaliar melhor forma de Coleta Seletiva 2. Implantar Coleta Seletiva com cobertura de 100% na Zona Urbana. 3. Realizar ações de Educação Sanitária e ambiental para a população, para a prática de separação de resíduos. 4.Propor formação de cooperativas/associação de catadores	
Disposição Final do Resíduos	1.Disposição adequada em aterro sanitário.	1.Consolidar o consorciamento do município de forma a viabilizar a destinação final ambientalmente adequada. 2. Propor Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, para disposição final adequada destes.	
Taxa para Resíduos Sólidos Urbanos	1. Adotar taxa condizente com as necessidades do serviço.	1. Realização de estudo para analisar possibilidade de cobrança na taxa para execução do serviço.	

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

Tabela 4.63 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para o serviço de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos para a Zona Rural e Áreas Especiais.

Zona Rural e Áreas Especiais			
Componente do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Coleta Convencional	1. Cobertura de 100% da Zona Rural e áreas especiais.	1. Implantar Coleta Convencional em toda Zona Rural e áreas especiais.	
Coleta Seletiva	1. Atender toda a população com coleta seletiva, atendendo a 100% da Zona Rural e áreas especiais.	1. Estudo para avaliar melhor forma de Coleta Seletiva Implantar Coleta Seletiva com cobertura de 100% na Zona Rural e áreas especiais. 2. Implantar Coleta Seletiva com cobertura de 100% na Zona Rural e áreas especiais. 3. Realizar ações de Educação Sanitária e ambiental para a população, para a prática de separação de resíduos. 4. Propor formação de cooperativas/associação de catadores.	
Disposição Final do Resíduos.	1. Disposição adequada em aterro sanitário.	1. Consolidar o consorciamento do município de forma a viabilizar a destinação final ambientalmente adequada. 2. Ação de sensibilização da população do meio rural e de áreas especiais, sobre a destinação das embalagens de agrotóxicos, de fertilizantes e de remédios veterinários; 3. Remediação dos lixões; 4. Implantação do Aterro Controlado enquanto não se implanta o Aterro Sanitário. 5. Disposição em Aterro Sanitário Regional do Consócio Público Regional de Saneamento.	
Taxa para Resíduos Sólidos Urbanos.	1. Adotar taxa condizente com as necessidades do serviço.	1. Realização de estudo para analisar possibilidade de cobrança na taxa para execução do serviço.	

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.

4.6.10 Previsão de eventos de emergência e contingência

Com relação à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, os principais eventos emergenciais e as ações de emergência e contingência previstas para o Município de Monte das Gameleiras, estão descritos na **Tabela 4.64**.

Tabela 4.64 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos.

Evento	Origem Possível
Paralisação do serviço de varrição pública ou de Capina	1. Greve da empresa responsável pelo serviço ou de funcionários/servidores; 2. Veículos com defeitos; 3. Ausência de instrumentos de trabalho.
Paralisação do sistema de coleta domiciliar, de construção civil, de serviço de saúde ou seletiva.	1. Greve geral da empresa responsável pela coleta; 2. Avaria ou Falha mecânica nos veículos de coleta.
Paralisação da operação do aterro sanitário	1. Greve geral; 2. Interdição ou embargo por algum órgão fiscalizador; 3. Esgotamento da área de disposição; 4. Encerramento/fechamento do aterro.
Obstrução do sistema viário	1. Acidentes de trânsito; 2. Protestos e manifestações populares; 3. Obras de infraestrutura.

Fonte: Comitê executivo do PMSB de Monte das Gameleiras, 2019.



REFERÊNCIAS

AGRA, S. G. **Estudo Experimental de Microreservat rio para Controle do escoamento Superficial**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 105 p.

ANA. **Portal de qualidade das  guas**. Disponível em <
<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 29 out 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9649**: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Especificação de Serviço, Rio de Janeiro, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9648**: Estudos de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Procedimento, Rio de Janeiro, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 13969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro/RJ, 1997.

BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. O.; SOUZA, V. C. B.; COSTA, L. S. G. M. Utilização de tecnologias compensatórias no projeto de um sistema de drenagem urbana. In: Congresso Nacional Del Agua, 1998, Santa F . **Anais**. Santa F : Facultad de Ingenieria y Ciencias Hidricas de la Universidad Nacional del Litoral, v.2, p. 248-257, 1998.

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH, 2005. 266p.

BRASIL, J; ATTAYDE, J. L.; VASCONCELOS, F. R.; DANTAS, D. F.; HUSZAR, V. L. M. **Drought-induced water-level reduction favors cyanobacteria blooms in tropical shallow lakes**. Hydrobiologia. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde**. – 4. ed. – Brasília: Funasa, 2015.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Plano nacional de saneamento básico**. Brasília: Mcdades, 2013.

BRASIL. **Lei n  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. Brasília. DOU de 3 de agosto de 2010.

BRASIL. **Lei n  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. Publicada no DOU de 8 de janeiro de 2007. Seção 1.

BRASIL. **Lei n  11.107, de 6 de abril de 2005**. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. Publicada no DOU de 7 de abril de 2005.



BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília. DOU de 9 de janeiro de 1997.

CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005.** Publicada no DOU no 053, de 18 de março de 2005, página 58-63.

COORDENADORIA ESTADUAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL. **Plano emergencial de segurança hídrica.** Natal, Governo do Estado do Rio Grande do Norte. 2015.

CORRÊA, C. S.; MYRRHA, L. J. D. ; FIGOLI, M. G. B. **Métodos AiBi e Logístico para projeção de pequenas áreas: uma aplicação para microrregião de Angicos - RN.** International Seminar on Population Estimates and Projections: Methodologies, Innovations and Estimation of Target Population applied to Public Policies. (Seminário). Rio de Janeiro, CIC, IBGE. 2011.

CRUZ, M. A. S.; ARAÚJO, P. R.; SOUZA, V. C. B. Estruturas de controle do escoamento urbano na microdrenagem. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 13., 1999, Belo Horizonte. **Anais.** Belo Horizonte: ABRH, 21 p., 1999.

FÍGOLI, M. G. B.; WONG, L. R.; GONZAGA, M. R.; GOMES, M. M. F. **Aspectos metodológicos para a projeção de localidades intra-urbanas – uma aplicação a Minas Gerais.** XVII Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP. Caxambu-MG. 2010.

FORESTI, E. **Tratamento de Esgoto.** In: CALIJURI, M. C.; CUNHA, D. G. Engenharia ambiental: conceitos, tecnologia e gestão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

FUJITA, O., et. al. **Drenagem Urbana - Manual de Projeto.** DAEE/CETESB, 1980.

IGARN. **IGARN divulga relatório volumétrico dos principais reservatórios do Estado.** 2017. Disponível em: <
<http://www.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=158062&ACT=&PAGE=&PARM=&LBL=NOT%CDICIA>>. Acesso em: 29 out 2017.

IGARN. **Programa Água Azul – Demonstrativo das Análises das Águas Superficiais do RN.** (2012). Disponível em: <
<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/doc/DOC000000000029757.PDF>>. Acesso em: 29 out 2017.



JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos: concep es clássicas de tratamento de esgotos**. Vol. 1, p. 41 a 42. São Paulo: Cetesb, 1975.

LIBRALATO, G.; GHIRARDINI, A. V.; AVEZZ , F. **To centralise or to decentralise: An overview of the most recent trends in wastewater treatment management**. Journal of Environmental Management 94, 61-68, 2012.

MADEIRA, J. L., SIMÕES, C. C. da S. **Estimativas preliminares da população urbana e rural segundo as unidades da federação, de 1960/1980 por uma nova metodologia**. Revista Brasileira de Estatística, v.33, n.129, p.3-11, jan./mar. 1972.

MASSOUD, M. A.; AKRAM, T.; JOUMANA, A. N. **Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries**. Journal of Environmental Management 90, 652–659, 2009.

MOUSSAVI, G.; FRAROUGH, K.; MEHDI, F. **Performance of a pilot scale up-flow septic tank for on-site decentralized treatment of residential wastewater**. Process Safety and Environmental Protection 88, 47–52, 2010.

MORETTI, Ricardo de Souza. **Terrenos de fundo de vale - conflitos e propostas**. T chne. São Paulo: PINI, 9 (48): 64-67, 2000.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento – SNIS. **Glossário de Indicadores -  gua e Esgotos: Indicadores econômico-financeiros e administrativos**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/glossarios>>. Acesso em 02 de 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**. Material de Apoio ao Curso a Distância. Brasília, 2013.

NAPHI, I. **A framework for the decentralised management of wastewater in Zimbabwe**. Physics and Chemistry of the Earth 29, 1265–1273, 2004.

NUVOLARI, A. et al. **Esgoto Sanitário: coleta, transporte e reúso agrícola**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

ORTUSTE, F. R. **Living without sanitary sewers in Latin America - The business of collecting fecal sludge in four Latin American cities**. Lima, Peru. World Bank, Water and Sanitation Program. P. 12, 2012.

P MPEU, C. A. **Drenagem Urbana Sustentável**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH, v. 5, n. 1, p. 15-23, 2000.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MONTE DAS GAMELEIRAS. **Produto C Diagnóstico Técnico Participativo Monte das Gameleiras**. Disponível em: [http://montedasgameleiras.rn.gov.br/wp-content/uploads/2019/09/Diagnóstico-Técnico-Participativo-Monte-das-gameleiras.pdf](http://montedasgameleiras.rn.gov.br/wp-content/uploads/2019/09/Diagn%C3%B3stico-T%C3%A9cnico-Participativo-Monte-das-gameleiras.pdf). Acesso em 13 de outubro de 2019.



RIGHETTO, A.M. **Hidrologia e recursos hídricos**. São Carlos: EESC/USP. 840 p. 1998.

RIGHETTO, A.; MOREIRA, L. F. F.; SALES, T. E. A. **Manejo de Águas Pluviais Urbanas**. In: RIGHETTO, A. M. (Coord.) **Manejo de Águas Pluviais Urbanas**. Rio de Janeiro: ABES, 396 p., 2009.

RIO GRANDE DO NORTE. Resolução CONEMA 02, de 21 de julho de 2009. Conselho Estadual de Meio Ambiente. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC0000000000006170.PDF>>. Acesso em: 20 out. 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte. Produto 2: Panorama dos Resíduos Sólidos no Estado do Rio Grande do Norte**. Natal, 2015. 562 p.

RODRIGUES, L. C. **Sistemas de engenharia e abastecimento de água no Rio Grande do Norte: análise da gestão de recursos hídricos no contexto da elaboração dos planos municipais de saneamento básico**. Monografia (Bacharelado em geografia) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2017.

RODRÍGUEZ, L. B. **El tratamiento descentralizado de aguas residuales domésticas como alternativa sostenible para el saneamiento periurbano en Cuba**. Ingeniería Hidráulica y Ambiental, vol. XXX, nº. 1, 2009.

ROQUE, O. C. C. **Sistemas Alternativos de Esgotos Aplicáveis às Condições Brasileiras**. 1997. 153 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública. Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1997.

SECRETARIA DE ESTADO DO TURISMO - SETUR/RN. Plano diretor de resíduos sólidos do Pólo Costa das Dunas - Modelo Tecnológico para execução dos serviços. ATP Engenharia Ltda. Natal, 2007

SMDU, Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais**: gerenciamento do sistema de drenagem urbana. São Paulo: SMDU, 2012.

SUDERHSA, Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (Paraná). **Manual de Drenagem Urbana da Região Metropolitana de Curitiba**. Curitiba, 2000.

SURIYACHAN, C.; NITIVATTANANON, V.; AMIM, A.T.M. N. **Potential of decentralized wastewater management for urban development**: Case of Bangkok. Habitat International 36, 85-92, 2012.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. EDUSP, Editora da UFRGS, ABRH. 952 p. 1993.



TUCCI, C. M.; PORTO, R.; BARROS, M. T. **Drenagem urbana**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1995.

TUCCI, C.E.M.; BERTONI, J.C. **Inundações urbanas em América Latina**. Porto Alegre: ABRH-Ed. UFRGS, 2003.

TUCCI, C. E. M.; CRUZ, M. A. S.; SOUZA, C. F. **Controle da drenagem urbana no Brasil: avanços e mecanismos para sua sustentabilidade**. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo: ABRH, p. 1-18, 2007.

USEPA, United States Environmental Protection Agency. **Primer of Municipal Wastewater Treatment Systems**. EPA 832-R-04-001. September 2004.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e o tratamento de esgotos**. 4ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e o tratamento de esgotos**. 2ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.



APÊNDICE A – Relatório da Participação Social