



Plano Municipal de Saneamento Básico
Prospectiva e Planejamento Estratégico
Montanhas – RN

Fevereiro / 2018





PREFEITURA MUNICIPAL DE MONTANHAS/RN

Prefeito

Manuel Gustavo de Araújo Moreira

Vice Prefeito

Severino do Ramo de Albuquerque

Comitê de Coordenação

Andressa Cavalcante Meireles
Manuel Gustavo de Araújo Moreira
Evanice da Silva Nascimento
Severino do Ramo Albuquerque
Aldemir Lemos Neves
Rubiany Farias Mendes
Jair Farias de Oliveira
Elidiana da Silva Nascimento
Ubiratan de Melo Gonçalves
Marta Maria Lopes da Fonseca Cavalcante
Andrieli Cavalcante Meireles

Comitê Executivo

Andressa Cavalcante Meireles
Manuel Gustavo de Araújo Moreira
Rogerio Barbosa da Silva
Wemerson Gustavo Barbosa Silva
Rosemeyre Martins
Ciro Guilherme Farias de Oliveira
Valmir Jeronimo soares - Professor
Odair José Gomes Bispo
Maria Helena Bezerra de Oliveira
Edenilde Marcelino da Silva
Eduardo Silva de Oliveira
Cláudia Adriana Bezerril Moreira
Andrieli Cavalcante Meireles
Ailton Gomes da Silva
Jussie Carlos Fernandes Silva
Rui Lopes Cavalcante



Equipe de Apoio Técnico – UFRN

Coordenação Geral:

Dr. Aldo Dantas
Geógrafo

Apoio Técnico Geral:

MSc. Elaine Lima
Administradora

MSc. Giovana Medeiros
Engenheira Ambiental

MSc. Izabela Lima
Engenheira Ambiental

Lucas Costa
Geógrafo

MSc. Pablo Ruyz
Aranha
Geógrafo

MSc. Sátiva Villar
Engenheira Ambiental

MSc. Sérgio Pinheiro
Engenheiro Civil

Equipe de apoio Projeção Populacional:

Arthur Florêncio
Graduando de
Engenharia Civil

Joselito da Silveira
Junior
Geógrafo

Maiara Câmara
Graduanda de
Engenharia Civil

Equipe de apoio - Arranjos institucionais e avaliação político- institucional do setor de saneamento:

André Fabrício
Advogado

MSc. Ana Mônica
Ferreira
Advogada

Coordenação de Grupo:

MSc. Cleide Campos
Geóloga

Equipe de apoio técnico direto da Prospectiva e Planejamento Estratégico:

MSc. André Câmara de
Brito
Engenheiro Ambiental

Sansara Felix
Graduanda de
Engenharia Civil

Fundação Nacional de Saúde – Funasa

Superintendência Estadual da Funasa no Rio Grande no 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	16
2. ANÁLISE SWOT	17
2.1 MATRIZ SWOT ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS, CULTURAIS, AMBIENTAIS E DE INFRAESTRUTURA	19
2.2 MATRIZ SWOT POLÍTICA DO SETOR DE SANEAMENTO	21
2.3 MATRIZ SWOT ABASTECIMENTO DE ÁGUA	22
2.4 MATRIZ SWOT ESGOTAMENTO SANITÁRIO	24
2.5 MATRIZ SWOT LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	26
2.6 MATRIZ SWOT MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS	29
3. CENÁRIOS, OBJETIVOS E METAS	31
4. PROJEÇÃO DE DEMANDAS E PROSPECTIVAS TÉCNICAS	44
4.1 ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS DE GESTÃO E PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO	44
4.1.1 Da prestação de serviço	47
4.1.1.1 Prestação Municipal Direta	50
4.1.1.2 Prestação Municipal Indireta	50
4.1.1.3 Prestação por Companhias Regionais	51
4.1.1.4 Prestação por Agentes Privados	52
4.1.1.5 Da escolha do município	53
4.1.2 Da regulação e fiscalização	53
4.1.2.1 Das possíveis entidades reguladoras	55
4.1.3 Do controle social	59
4.1.1 Da cooperação regional	61
4.1.2 Da criação da Política Municipal de Saneamento Básico	61
4.2 PROJEÇÃO DO CRESCIMENTO MUNICIPAL NO HORIZONTE DE REFERÊNCIA	63
4.2.1 Projeção Demográfica	63



4.2.1.1	Metodologia	63
4.2.1.2	Estimativa Populacional do Município de Montanhas	66
4.2.2	Estimativa da População Flutuante do Município de Montanhas	75
4.2.3	Estimativa populacional do sistema regionalizado de abastecimento de água Montanhas	75
4.2.4	Estimativa populacional do Consórcio para destinação de Resíduos Sólidos do Montanhas	76
4.2.5	Áreas de expansão territorial	76
4.3	INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	78
4.3.1	Ligações de água	79
4.3.2	Rede de distribuição	90
4.3.3	Reservação	99
4.3.4	Estação elevatória de água tratada	105
4.3.5	Produção de água tratada	105
4.3.6	Descrição dos mananciais passíveis de utilização para o abastecimento de água na área de planejamento	109
4.3.7	Definição das alternativas de manancial para atender a área de planejamento	118
4.3.8	Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada	120
4.3.9	Previsão de eventos de emergência e contingência	124
4.4	INFRAESTRUTURA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	125
4.4.1	Projeção da vazão anual de esgotos ao longo dos próximos 20 anos para toda a área de planejamento	126
4.4.1.1	Projeção das demandas de esgoto da área rural	132
4.4.2	Previsão das estimativas de carga e concentração de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e coliformes fecais (termotolerantes)	141
4.4.3	Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada	152



4.4.4 Comparação das alternativas de tratamento local ou centralizado dos esgotos	158
4.4.5 Previsão dos eventos de emergência e contingência	162
4.5 INFRAESTRUTURA DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	164
4.5.1 Projeção da demanda de drenagem urbana e manejo de águas pluviais..	165
4.5.1.1 Hietogramas de Chuvas Máximas.....	165
4.5.1.2 Chuvas de curta duração (microdrenagem)	170
4.5.1.3 Chuvas críticas horárias ao longo de um dia (macrodrenagem)	172
4.5.2 Proposta de medidas mitigadoras para os principais impactos identificados	174
4.5.2.1 Medidas de controle para reduzir o assoreamento de cursos d'água e de bacias de retenção	175
4.5.2.2 Medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos sólidos nos corpos d'água	176
4.5.3 Diretrizes para o controle de escoamentos na fonte	177
4.5.4 Diretrizes para o tratamento de fundos de vale.....	182
4.5.5 Previsão de eventos de emergência e contingência	188
4.6 INFRAESTRUTURA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS...	189
4.6.1 Estimativas dos volumes de produção de resíduos sólidos e cobertura do sistema de limpeza urbana.....	189
4.6.2 Metodologia para o cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos	194
4.6.3 Regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos	199
4.6.4 Critérios para pontos de apoio ao sistema de limpeza	202
4.6.5 Descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa.....	204
4.6.6 Critérios de escolha da área para localização do bota-fora dos resíduos inertes gerados	207



4.6.7 Identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.....	208
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	209
4.6.9 Previsão de eventos de emergência e contingência	211
REFERÊNCIAS	212
APÊNDICE A – RELATÓRIO DA PARTICIPAÇÃO SOCIAL.....	217

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de desenvolvimento dos procedimentos para projeções populacionais.....	66
Figura 2 – Projeção da população total, urbana e rural pelo método AiBi.....	67
Figura 3 – Evolução da população do Município Montanhas	68
Figura 4 – Distribuição percentual da população do Município Montanhas.....	71
Figura 5 - Mapa de expansão urbana do município de Montanhas.	78
Figura 6 – Componentes de um Sistema de Abastecimento de Água (SAA)	79
Figura 7 - Mapas de análise da precipitação anual dos municípios do RN.....	110
Figura 8 - Localização e volumes dos principais reservatórios do Estado do Rio Grande do Norte.	111
Figura 9 – Localização dos mananciais do Rio Grande do Norte analisados por Brasil et al.	114
Figura 10 - Mapa de aquíferos, poços e salinidade do Estado do Rio Grande do Norte.	119
Figura 11 – Componentes constituintes de um Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)	126
Figura 12 – Hietograma de máximos para T=2 anos.	170
Figura 13 – Hietograma de máximos para T=10 anos.	171
Figura 14 – Hietograma de máximos para T=25 anos.	171
Figura 15 – Hietograma de máximos horários para T=2 anos.	172
Figura 16 – Hietograma de máximos horários para T=10 anos.	173
Figura 17 – Hietograma de máximos horários para T=25 anos.	173
Figura 18 – Projeção do volume por tipo de destinação dos resíduos sólidos no horizonte de planejamento.....	192



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Metodologia da construção da matriz de análise SWOT.....	18
Tabela 2 - Matriz da análise SWOT referente aos aspectos Socioeconômicos, Culturais, Ambientais e de Infraestrutura do Município de Montanhas.	19
Tabela 3 - Matriz da análise SWOT referente aos aspectos da Política do setor de saneamento do Município de Montanhas.	21
Tabela 4 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Abastecimento de Água da Zona Urbana do Município de Montanhas.	22
Tabela 5 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Abastecimento de Água da Zona Rural do Município de Montanhas.	23
Tabela 6 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Esgotamento Sanitário da Zona Urbana do Município de Montanhas.	24
Tabela 7 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Esgotamento Sanitário da Zona Rural do Município de Montanhas.	25
Tabela 8 - Matriz da análise SWOT referente à Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos da Zona Urbana do Município de Montanhas.	26
Tabela 9 - Matriz da análise SWOT referente à Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos da Zona Rural do Município de Montanhas.	28
Tabela 10 - Matriz da análise SWOT referente ao Manejo de Águas Pluviais da Zona Urbana do Município de Montanhas.	29
Tabela 11 - Matriz da análise SWOT referente ao Manejo de Águas Pluviais da Zona Rural do Município de Montanhas.	30
Tabela 12 – Análise prospectiva da Situação Político-Institucional do setor de saneamento básico.	32
Tabela 13 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água da Zona Urbana.	34
Tabela 14 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água da Zona Rural.	35
Tabela 15 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de esgotamento sanitário da Zona Urbana.	36
Tabela 16 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de esgotamento sanitário da Zona Rural.	37

Tabela 17 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos da Zona Urbana.....	38
Tabela 18 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos da Zona Rural.....	40
Tabela 19 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de manejo das águas pluviais da Zona Urbana.....	42
Tabela 20 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de manejo das águas pluviais da Zona Rural.....	43
Tabela 21 – Estimativa populacional do Município de Montanhas.	67
Tabela 22 – Informações sobre unidades de planejamento	69
Tabela 23 – Estimativa da evolução da população do Município Montanhas	73
Tabela 24- Estimativa de população abastecida pelo sistema regionalizado Adutora de Pedro Velho no ano de 2017.	76
Tabela 25 - Taxa de adensamento das comunidades rurais do município de Várzea. ...	80
Tabela 26 – Número de Ligações nas localidades urbanas a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.	82
Tabela 27 - Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.....	83
Tabela 28 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população urbana.....	92
Tabela 29 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural.....	93
Tabela 30 - Consumo médio per capita para populações dotadas de ligações domiciliares	101
Tabela 31 - Consumo médio per capita para populações desprovidas de ligações domiciliares.	102
Tabela 32 - Demanda de reservação de água em função do crescimento natural da população urbana.....	103
Tabela 33 - Demanda de reservação de água em função da população de saturação da Zona Rural.	104
Tabela 34 - Demanda de água em função do crescimento natural da população urbana e universalização do serviço de abastecimento de água.....	107



Tabela 35 - Demanda de água em considerando a universalização do serviço de abastecimento de água em função da população de saturação da Zona Rural.	108
Tabela 36 - Dados de precipitação do município de Montanhas.....	110
Tabela 37 - Valores dos índices de qualidade da água e do estado trófico dos principais mananciais do RN.....	113
Tabela 38 – Valores de análise da qualidade da água bruta dos principais mananciais utilizados para abastecimento de água no RN.	116
Tabela 39 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Urbana.	121
Tabela 40 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural Comunidades com sistema de abastecimento pela CAERN.....	122
Tabela 41 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural Comunidades com sistema de abastecimento por Sistema Individual.....	122
Tabela 42 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de abastecimento de água.....	124
Tabela 43 – Projeção da extensão de rede coletora de esgoto e número de ligações estimadas para o horizonte de planejamento na sede do município.	130
Tabela 44 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população urbana.....	132
Tabela 45 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural.	134
Tabela 46 - Níveis de tratamento dos esgotos	143
Tabela 47 - Breve descrição dos principais sistemas de tratamento de esgotos em nível secundário.....	143
Tabela 48 - Eficiências típicas de diversos sistemas de tratamento de esgotos na remoção de DBO e Coliformes.	145
Tabela 49 - Parâmetros de eficiência adotados no PMSB de Montanhas.	147
Tabela 50 – Estimativa da carga orgânica e remoção de DBO e Coliformes Fecais, sem tratamento e com diferentes tipos de tratamento para área urbana.....	148
Tabela 51 – Estimativa da concentração e remoção de DBO e Coliformes Fecais, sem tratamento e com diferentes tipos de tratamento para área urbana.....	150

Tabela 52 - Características típicas de diversos sistemas de tratamento de esgotos, expressos em valores per capita.....	154
Tabela 53 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Urbana, em relação ao sistema de esgotamento sanitário.	155
Tabela 54 - Faixas prováveis de remoção dos poluentes, conforme o tipo de tratamento, consideradas em conjunto com o tanque séptico.....	156
Tabela 55 - Algumas características dos processos de tratamento recomendados para áreas rurais (exclui tanque séptico).	157
Tabela 56 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural, em relação ao sistema de esgotamento sanitário.	157
Tabela 57 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de esgotamento sanitário e suas respectivas ações.....	163
Tabela 58 - Precipitações máximas diárias anuais do município de Montanhas.....	166
Tabela 59 - Períodos de retorno recomendados para obras de drenagem.	167
Tabela 60 - Cálculo do período de retorno.....	167
Tabela 61 - Cálculo das precipitações máximas diárias através da distribuição de Gumbel.	169
Tabela 62 - Relações entre durações.	169
Tabela 63 – Principais características das medidas de controle de escoamento na fonte.	181
Tabela 64 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda observada para a Zona Urbana, em relação à Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais.	185
Tabela 65 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda observada para a Zona Rural, em relação à Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais.	186
Tabela 66 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de drenagem de águas pluviais.....	188
Tabela 67 – Projeção do cenário para a geração e destinação final dos resíduos sólidos para a Zona Urbana do Município Montanhas.	191



Tabela 68 – Projeção do cenário para a geração de resíduos sólidos para a Zona Rural do Município Montanhas.....	193
Tabela 69 – Cálculo de Taxa para Resíduos Sólidos Urbanos.....	198
Tabela 70 - 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.	209
Tabela 71 - 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.	210
Tabela 72 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos.....	211

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 Montanhas 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 visualizaçãodos 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 e 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, enquantoao identificar os pontos fracos os quais fragilizam os sistemas e serviços, é possível estabelecer objeto de ações estratégicas pararemediação 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 força e fraqueza 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 1.

Tabela 1 – Metodologia da construção da matriz de análise SWOT.

	Pontos Fortes	Itens de Reflexão	Pontos Fracos
	Forças		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 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 SWOTASPECTOS SOCIOECONÔMICOS, CULTURAIS, AMBIENTAIS E DE INFRAESTRUTURA

Na Tabela 2 está apresentada a matriz da análise SWOT, no que se refere aos aspectos Socioeconômicos, Culturais, Ambientais e de Infraestrutura do Município de Montanhas para análise das forças, fraquezas (ambiente interno) e das oportunidades e ameaças (ambiente externo) identificadas.

Tabela 2 - Matriz da análise SWOT referente aos aspectos Socioeconômicos, Culturais, Ambientais e de Infraestrutura do Município de Montanhas.

	Pontos Fortes	Itens de Reflexão	Pontos Fracos
	Forças		Fraqueza
Ambiente Interno	1. O município de Montanhas encontra-se totalmente inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Curimataú, sendo banhado pela sub-bacia do Rio Pirari. Seus principais tributários são os riachos: do Inglês, Riachão, da Areia e do Campestre	Aspectos físicos: - Geologia - Relevo - Solos - Clima - Recursos Hídricos - Vegetação	1. Atividades de uso e ocupação do solo na bacia de drenagem interferem diretamente na qualidade de água do Manancial.
	2. Disponibilidade Hídrica observada em Mananciais subterrâneos a ser estudada.		2. Água salobra
	3. A topografia favorece o escoamento por gravidade.		3. Necessidade de maior energia para distribuição de água para os pontos mais altos.
	4. Solo com alta fertilidade natural.		4. O relevo favorece o carreamento de materiais e contaminantes para o corpo hídrico.
	5. A vegetação nativa demanda pouca água para sua manutenção.		5. Clima tropical de nordeste oriental, com regime de chuvas muito seco.
			6. Regime hídrico dos rios intermitente.
			7. Inexistência da mata ciliar na área urbana.

	1. População aglomerada na sede 2. Condições educacionais regulares. 3. Baixa densidade demográfica na zona rural 4. Oferta de serviços da atenção básica. 5. Rede pública de ensino nas zonas urbana e rural. 6. Avanço no IDHM nos últimos anos. 7. Existência de lagoas na zona urbana e rural.	Aspectos sociais e demográficos: - Demografia - Saúde - Educacionais - Renda e Ocupação - IDH Municipal - Condições de Habitação	1. População dispersa na maioria das comunidades rurais. 2. Escassez de políticas de educação ambiental. 3. Problemas de doenças de veiculações hídricas. 4. Alta densidade demográfica na zona urbana. 5. Alto índice de internações por doenças infecciosas e parasitárias. 6. Alto índice de analfabetismo. 7. Prevalência da população nas categorias pobres e extremamente pobres. 8. Intermediária situação de desigualdade. 9. Baixo IDHM. 10. Ausência de infraestrutura básica nas áreas de expansão. 11. Assoreamento das lagoas. 12. Baixos índices de Investimentos habitacionais nos últimos 13 anos por incentivo dos programas de federais.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	1. Proteção das Lagoas 2. A distância favorável para o abastecimento regional	Aspectos físicos: - Geologia - Relevô - Solos - Clima - Recursos Hídricos - Vegetação	1. Carreamento de sólidos provenientes dos pontos mais altos da região. 2. Concentração de chuvas em curto espaço de tempo. 3. Contaminação dos corpos hídricos em virtude de ligações de fossa e esgoto na área da lagoa. 4. Longo período de estiagem.
	1. Lei de uso e ocupação do solo. 2. Presença dos programas federais de distribuição de renda. 3. Programas federais de incentivo ao plantio (seguro-safra e corte de terra) 4. Disponibilidades de recursos pela FUNASA para melhorias sanitárias das habitações.	Aspectos sociais e demográficos: - Demografia - Saúde - Educacionais - Renda e Ocupação - IDH Municipal - Condições de Habitação	1. Esgoto à céu aberto 2. Destinação inadequada dos resíduos sólidos. 3. Construções em locais inadequados. 4. Redução dos recursos federais destinados a saúde e educação do município. 5. Carências de investimentos na rede de ensino estadual e municipal. 6. Aumento de doenças de veiculação hídricas.

2.2 MATRIZ SWOT POLÍTICA DO SETOR DE SANEAMENTO

Na Tabela 3 está apresentada a matriz da análise SWOT, no que se refere aos aspectos da Política do setor do saneamento do Município de Montanhas, para análise das forças, fraquezas (ambiente interno) e das oportunidades e ameaças (ambiente externo) identificadas.

Tabela 3 - Matriz da análise SWOT referente aos aspectos da Política do setor de saneamento do Município de Montanhas.

	Pontos Fortes	Itens de Reflexão	Pontos Fracos
	Forças		Fraqueza
Ambiente Interno	1. Lei 453/2017 de cooperação federativa da organização, regulação, fiscalização e prestação dos serviços públicos municipais de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. 2. Lei 463/2017 de atualização do código tributário. 3. Lei 465/2018 municipal de saneamento básico	- Legislação Municipal - Regulação - Programas locais de interesse do Saneamento Básico - Participação e controle social - Política Tarifária	1. Falta de legislações ambientais exceto a lei municipal de saneamento básico. 2. Descumprimento de partes da lei 453/2017. 3. Ausência de participação e controle social
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	1. Criar as legislações que venham a contribuir com o desenvolvimento e organização municipal. 2. Criação de conselhos de controle social	- Políticas Nacionais - Políticas Estaduais - Regionalização - Mecanismos de Cooperação com outros entes federados	1. Não aprovação das leis 2. Restrição a recursos 3. Restrição a cobranças de tributos.

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

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 4 é constituída pela matriz da análise SWOT, no que se refere aos sistemas de abastecimento de água da zona urbana do Município de Montanhas, enquanto a Tabela 5 se volta para os sistemas da Zona Rural, ambas com o enfoque de propiciar a análise das forças, fraquezas (ambiente interno) e das oportunidades e ameaças (ambiente externo) identificadas.

Tabela 4 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Abastecimento de Água da Zona Urbana do Município de Montanhas.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	- Existência de tratamento com cloração na sede. - Existência de manancial superficial com boa disponibilidade hídrica - Existência de rede de distribuição. - Reservatório semi apoiado em boas condições.	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Abastecimento de água - Qualidade da água	- Pontos de rede de baixa pressão. - Alto índice de turbidez e cor da água na rede. - Alto índice de perdas. - Ausência de controle de receitas e despesas. - Baixa estrutura Operacional na Sede. - Presença pontual de tubos em amianto em locais da rede de distribuição.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	- Estabelecer comunicação com a população em casos de eventuais problemas. - Política de proteção ao manancial da sede. - Atendimento eficaz e permanente do abastecimento de água. - Fiscalização de pontos de ligações clandestinas na extensão do sistema de abastecimento de água.	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Abastecimento de água - Qualidade da água	- Fontes poluidoras próximas ao manancial. - Remoção da mata ciliar. - Existência de ligações clandestinas na extensão do sistema de abastecimento de água

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Tabela 5 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Abastecimento de Água da Zona Rural do Município de Montanhas.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	- Existência de redes de distribuição de água em parte das comunidades. - Existência de mananciais subterrâneos e superficiais. - Existência de cisternas	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Abastecimento de água - Qualidade da água	- Dificuldades operacional para realização de serviços de manutenção. - Ausência de controle de economias e ligações. - Ausência de controle de despesas e receitas. - Ausência de controle de população atendida com abastecimento. - Sistema ineficaz do abastecimento de água. - Carência de reservatórios comunitários. - Comunidades são abastecidas por carro pipa em virtude da carência do abastecimento realizado pela concessionária local, CAERN. - Falta de manutenção dos poços nas comunidades.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	Melhorar os Sistemas de Abastecimento das Comunidades através da concessionária local ou sistemas independentes através de reservatórios e poços.	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Abastecimento de água - Qualidade da água	Manutenção de limpeza frequente dos reservatórios comunitários.

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

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 6 é constituída pela matriz da análise SWOT, no que se refere aos sistemas de esgotamento sanitário da zona urbana do Município de Montanhas, enquanto a Tabela 7 se volta para os sistemas da Zona Rural, ambas com o enfoque de propiciar a análise das forças, fraquezas (ambiente interno) e das oportunidades e ameaças (ambiente externo) identificadas.

Tabela 6 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Esgotamento Sanitário da Zona Urbana do Município de Montanhas.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	- Existência de fossas sépticas e rudimentares. - Esgotamento das fossas conforme a solicitação dos munícipes. - A maioria significativa das residências possuem banheiro.	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Esgotamento Sanitário - Qualidade do esgoto bruto e tratado	- Ausência de rede coletora que atenda toda a sede. - Ausência de tratamento adequado dos efluentes. - Esgoto à céu aberto (águas cinzas) - Ainda há residências sem banheiros - Disposição final inadequada (lixão) dos efluentes coletados nas residências.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	- Substituir fossas rudimentares por alternativas de disposição melhor adequadas. - Implantar uma rede coletora de esgoto e ETE adequados. - Verificar recursos para construção de unidades sanitárias.	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Esgotamento Sanitário - Qualidade do esgoto bruto e tratado	- Proliferação de vetores e transmissão de doenças ocasionadas pelo contato direto e indireto. - Ligações clandestinas de águas pluviais. - Contaminação do solo

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Tabela 7 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Esgotamento Sanitário da Zona Rural do Município de Montanhas.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	- Existência de fossas rudimentares e sépticas. - Esgotamento das fossas conforme a solicitação dos munícipes. - A maioria significativa das residências possuem banheiro	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Esgotamento Sanitário - Qualidade do esgoto bruto e tratado	- Ausência de soluções adequadas de disposição de tratamento. - Ausência de disposição final e tratamento inadequados de efluentes. - Residências sem banheiro.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	- Implantação de soluções coletivas ou individuais adequadas para disposição final e tratamento de efluentes. - Projetos de reuso - Verificar recursos de construção de unidades sanitárias.	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Esgotamento Sanitário - Qualidade do esgoto bruto e tratado	- Algumas fossas rudimentares apresentam estruturas inadequadas. - Proliferação de vetores e transmissão de doenças ocasionadas pelo contato direto e indireto.

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

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 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 Montanhas, enquanto a Tabela 9 se volta para os sistemas da Zona Rural, ambas com o enfoque de propiciar a análise das forças, fraquezas (ambiente interno) e das oportunidades e ameaças (ambiente externo) identificadas.

Tabela 8 - Matriz da análise SWOT referente à Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos da Zona Urbana do Município de Montanhas.

	Pontos Fortes	Itens de Reflexão	Pontos Fracos
	Forças		Fraqueza
Ambiente Interno	1. Coleta regular em todos os bairros realizada através de empresa terceirizada. 2. Coleta terceirizada de resíduo sólidos da saúde. 3. Coleta de resíduos da construção civil. 4. Coleta de resíduos de podas, de capinação, de varrição, de feiras e reuniões públicas. 5. Cobertura de coleta em 100% da área urbana 6. Destinação adequada de resíduos RSS. 7. Ofertas de serviços de varrição, capinação e poda	- 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. Destinação inadequada dos resíduos (lixão). 2. Ausência de Coleta de resíduos especiais (matadouro). 3. Existência de catadores 4. Ausência de cooperativas. 5. Não há separação de acordo com o tipo de resíduo destinado ao lixão. 6. Falta de Legislação e educação ambiental. 7. Não tem cadastro de catadores. 8. Ausência de aterro sanitário. 9. Ausência de inserção em consórcio regional. 10. Ausência de coleta seletiva 11. Ausência de coleta e tratamento de chorume e gases no lixão. 12. Ausências de lixeira nas vias públicas 13. Ausências de ecopontos e/ou PEVs 14. Não há incentivo a criação de cooperativas. 15. Falta efetivação de políticas e recursos públicos que estimulem a solução da destinação adequada.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças

Ambiente Externo	1. Reutilização dos resíduos coletados. 2. Criação de uma legislação ambiental. 3. Melhoria do local dos destinos dos resíduos. 4. Implantação de coleta seletiva. 5. Priorização na captação de recursos federais pela execução de coleta seletiva. 6. Inserção em consórcio regional para destinação adequada de resíduos	- 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. Doenças causadas pelos vetores advindos do lixo. 2. Contaminação de mananciais em virtude da proximidade ao lixo. 3. Redução da efetivação de políticas e recursos públicos que estimulem a solução da destinação adequada
--------------------------------	--	--	---

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Tabela 9 - Matriz da análise SWOT referente à Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos da Zona Rural do Município de Montanhas.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	1. Reaproveitamento de resíduos orgânicos 2. Comunidade de Lagoa de pedras frequência de coleta (3x por semana)	- 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. Falta de coleta dos resíduos em geral. 2. Disposição nos corpos hídricos. 3. Ausência de coleta (95,65% da área rural não é atendida) 4. Destinação individual (queima e aterro dos resíduos) 5. Ausência de lixeiras nas vias públicas 6. Falta de recurso para atender a esta área. 7. Não há cooperativa. 8. Falta efetivação de políticas e recursos públicos que estimulem a solução da destinação adequada.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	1. Implantação de pontos de coletas em cada comunidade. 2. Orientação e cursos para capacitação da população para reutilizar os resíduos. 3. Priorização na captação de recursos federais pela execução de coleta seletiva. 4. Inserção em consórcio regional para destinação adequada de resíduos	- 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. Queima dos resíduos sólidos. 2. Presença de vetores 3. Redução da efetivação de políticas e recursos públicos que estimulem a solução da destinação adequada 4. Não há incentivo para criação cooperativas

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

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 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 Montanhas, enquanto a Tabela 11 se volta para os sistemas da Zona Rural, ambas com o enfoque de propiciar a análise das forças, fraquezas (ambiente interno) e das oportunidades e ameaças (ambiente externo) identificadas.

Tabela 10 - Matriz da análise SWOT referente ao Manejo de Águas Pluviais da Zona Urbana do Município de Montanhas.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	1. Dispositivos de drenagem 2. Pavimentação 3. Inexistência de áreas críticas.	- Bacias e sub bacias hidrográficas - Precipitações e deflúvio superficial - Estrutura de drenagem e manejo das águas pluviais - Identificação de áreas de risco	1. Alagamentos em diversos pontos. 2. Pontos a céu aberto de drenagem e esgotamento sanitário juntos.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	1. Defesa Civil deverá fazer análises nos locais entendido como ameaça. 2. Estudo de áreas de risco.	- Bacias e sub bacias hidrográficas - Precipitações e deflúvio superficial - Estrutura de drenagem e manejo das águas pluviais - Identificação de áreas de risco	1. Esgoto à céu aberto. 2. Presença de vetores 3. Presença de residências próximo as lagoas

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Tabela 11 - Matriz da análise SWOT referente ao Manejo de Águas Pluviais da Zona Rural do Município de Montanhas.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	1. Passagens molhadas 2. Dispositivos de drenagem na comunidade pavimentadas	- Bacias e sub bacias hidrográficas - Precipitações e deflúvio superficial - Estrutura de drenagem e manejo das águas pluviais - Identificação de áreas de risco	1. Falta de dispositivos de drenagem em alguns pontos que ligam as comunidades. (Principalmente na época do inverno) 2. Falta de pavimentação dos aglomerados residenciais das comunidades.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	1. Criar dispositivos de drenagem em alguns pontos que ligam as comunidades. 2. Pavimentação dos aglomerados residenciais das comunidades	- Bacias e sub bacias hidrográficas - Precipitações e deflúvio superficial - Estrutura de drenagem e manejo das águas pluviais - Identificação de áreas de risco	1. Falta de manutenção passagens molhadas. 2. Deterioração das estradas vicinais, prejudicando o acesso de pessoas e veículos.

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

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 Montanhas, 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.

Da Tabela 12 à Tabela 20, estão apresentadas as análises prospectivas do saneamento básico do município de Montanhas, para o horizonte de planejamento de 20 anos e considerando os prazos de execução já apresentados.

Tabela 12 – Análise prospectiva da Situação Político-Institucional do setor de saneamento básico.

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				Prioridade
					Imediato	Curto	Médio	Longo	
	Situação político-institucional do setor de saneamento	Atendimento Adequado			2018 a 2021	2022 a 2025	2026 a 2029	2030 a 2037	
Lei orgânica	Existe	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade Local.		Atingida.	100%				
Código sanitário	Não existe	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade Local.	Elaborar a Lei	Elaboração até Agosto/2019	100%				
Lei de uso e ocupação do solo	Não existe	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade Local.	Elaborar a Lei	Elaboração até abril/2019	100%				
Lei de saneamento	Existe	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade Local.		Atingida.	100%				
Plano Diretor	Não existe	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade Local.	Elaborar plano	Elaborar até Dezembro/2019	100%				
Código do meio ambiente	Não existe	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade Local.	Elaborar a Lei	Elaborar até Novembro/2019	100%				
Código de Obras	Não existe	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade Local.	Elaborar a Lei	Elaborar até Outubro/2021	100%				

Lei de Parcelamento do Solo Urbano	Não existe	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade Local.	Elaborar a Lei	Elaborar até novembro/2021	100%				
Lei Tributaria	Existe	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade Local.	-	Atingida.	100%				
Plano de Gestão Ambiental	Não existe	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade Local.	Elaborar o Plano	Elaborar ate dezembro/2020	100%				
Sismuma	Não existe	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade Local	Elaborar o sistema	Elaborar ate dezembro/2022	100%				
Termo de contrato com a concessionaria.	Existe em desconformidade	Esta em conformidade com as necessidades do município	Reformulação	Logo após a aprovação do PMSB	100%				
Politica de educação sanitaria	Não existe	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade Local	Elaborar a Politica	Elaborar em agosto/2020	100%				

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Tabela 13 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água da Zona Urbana.

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						Prioridade
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				
	Imediato	Curto			Médio	Longo			
	2018 a 2021	2022 a 2025			2026 a 2029	2030 a 2037			
Cobertura	100%	100%	Manter a universalização	Ampliação de acordo com o aumento da população	100%	Manter	Manter	Manter	
Índice de micromedição	83%	100%	Garantir universalização de micromedição	Atingir 100% e substituir os hidrômetros de acordo com o prazo de validade até o fim de 2018	90%	100%	Manter	Manter	
Potabilidade da água	Estar em desconformidade com a portaria 2.914/2011 do MS.	Estar em desconformidade com a portaria 2.914/2011 do MS.	Atingir e manter a potabilidade da água de acordo com a portaria no que tange a cor e turbidez.	Adequar e manter a qualidade e amostragem da agua em conformidade com os requisitos da portaria 2.914/2011 do MS	Atender	Manter	Manter	Manter	
Índice de perda	62,59%	Máximo 25%	Alcançar e manter no máximo 25% de perda.	Reduzir o índice de perdas ate ficar menor ou igual a 25%.	-4% ao ano	- 3% ao ano	- 3% ao ano	- 3% ao ano	
Inadimplência	Não Informado	0%	Eliminar a inadimplência	Reduzir a inadimplência a 0%	x				
Produção de água/Demanda		1	Garantir que a produção de água atenda a demanda instalada.	Adequar a produção de água para atender a demanda instalada para índice seja igual a 1.					

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Tabela 14 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água da Zona Rural.

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				Prioridade
	Imediato	Curto			Médio	Longo			
	2018 a 2021	2022 a 2025			2026 a 2029	2030 a 2037			
Cobertura	69,56%	100%	Atingir a universalização do abastecimento de água	Ampliar a cobertura total, 5% por ano.	80%	90%	100%	Manter	
Índice de micromedição	69,56%	100%	Garantir universalização de micromedição	Atingir 100% e substituir os hidrômetros de acordo com o prazo de validade ate o fim de 2029	80%	90%	100%	Manter	
Potabilidade da água	Estar em desconformidade com a portaria 2.914/2011 do MS	Estar em conformidade com a portaria 2.914/2011 do MS.	Atingir e manter a potabilidade da água de acordo com a portaria	Adequar e manter a qualidade e amostragem da agua em conformidade com os requisitos da portaria 2.914/2011 do MS	Atingir				
Índice de perda	Não Informado	Máximo 25%	Alcançar e manter no máximo 25% de perda.	Reduzir o índice de perdas até ficar menor ou igual a 25%.		x			
Inadimplência	Não Informado	0%	Eliminar a inadimplência	Reduzir a inadimplência a 0%	x				
Produção de água/Demanda	-	1	Garantir que a produção de água atenda a demanda instalada.	Adequar a produção de água para atender a demanda instalada para índice seja igual a 1.					

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018

Tabela 15 – 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				Prioridade
	Imediato	Curto			Médio	Longo			
	2018 a 2021	2022 a 2025			2026 a 2029	2030 a 2037			
Cobertura	0%	100%	Atingir e manter a universalização do sistema coletivo de esgotamento sanitário	Ampliar a cobertura do sistema coletivo de esgotamento sanitário, em 10% ao ano, manter após universalização.	10% ao ano	5% ao ano	5% ao ano	5% ao ano	
Destinação final adequada	Lagoas e rios	100%	Atingir e manter os padrões	Adequar os sistemas de tratamento para atingir eficiência adequada a destinação final do esgoto.	10% ao ano	5% ao ano	5% ao ano	5% ao ano	
Reúso do esgoto tratado	0%	100% do esgoto tratado utilizado para reúso em conformidade com o licenciamento ambiental.	Atingir 100% do esgoto tratado utilizado para reúso em conformidade com o licenciamento ambiental.	Destinar 100% do esgoto tratado em conformidade para reúso.	10% ao ano	5% ao ano	5% ao ano	5% ao ano	

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Tabela 16 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de esgotamento sanitário da Zona Rural.

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				Prioridade
	Imediato	Curto			Médio	Longo			
	2018 a 2021	2022 a 2025			2026 a 2029	2030 a 2037			
Cobertura	Não há atendimento.	100%	Atingir e manter a universalização do sistema coletivo de esgotamento sanitário	Ampliar a cobertura do sistema coletivo de esgotamento sanitário, em 10% ao ano, manter após universalização.	10% ao ano	10% ao ano	10% ao ano	10% ao ano	
Destinação final adequada	Não há atendimento	100%	Atingir e manter os padrões	Adequar os sistemas de tratamento para atingir eficiência adequada a destinação final do esgoto.	10% ao ano	10% ao ano	10% ao ano	10% ao ano	
Reúso do esgoto tratado	Não há atendimento	100% do esgoto tratado utilizado para reúso em conformidade com o licenciamento ambiental.	Atingir 100% do esgoto tratado utilizado para reúso em conformidade com o licenciamento ambiental.	Destinar 100% do esgoto tratado em conformidade para reúso.	10% ao ano	10% ao ano	10% ao ano	10% ao ano	

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Tabela 17 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos da Zona Urbana.

Tabela 17 – 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						Prioridade
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				
	Imediato	Curto			Médio	Longo			
	Situação doserviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos – Zona Urbana	Atendimento Adequado			2018 a 2021	2022 a 2025	2026 a 2029	2030 a 2037	
Cobertura da coleta	100%	100% de atendimento	Alcançar e manter a universalização do atendimento	1-coletar os RSU em toda a área urbana. 2- adequar a oferta de serviço a expansão urbana.	100%	100%	100%	100%	
Destinação adequada RS	Lixão Municipal	100%	Destinar adequadamente os RS	1- Disposição final em aterros sanitários de todo rejeito 2- Destinação adequada do material reciclável e reaproveitamento 3- Destinação adequada dos RSS Destinação adequada dos RCD		X			
Cobertura do serviço de coleta seletiva porta a porta	0%	100%	Implantar a coleta seletiva no município	Iniciar o serviço de coleta de recicláveis por bairros.	-10% ao ano	-5% ao ano	-5% ao ano	-5% ao ano	

Existência de legislação que regulamente a Logística Reversa	Não existe	Existência de Legislação	Criar legislação que regulamente a logística reversa	Criação em curto prazo		x			
Existência de Legislação que regulamente a atuação dos grande geradores	Não existe	Existência de Legislação	Criar legislação que regulamente a atuação dos grande geradores	Criação em curto prazo		x			
Per capita de produção de RS	0.61	Redução continua da produção	Reduzir a produção de resíduos sólidos		-1% ao ano	1% ao ano	1% ao ano	1% ao ano	

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Tabela 18 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos da Zona Rural.

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				Prioridade
	Situação doserviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos – Zona Rural	Atendimento Adequado			Imediato	Curto	Médio	Longo	
					2018 a 2021	2022 a 2025	2026 a 2029	2030 a 2037	
Cobertura da coleta	4,17%	100% de atendimento	Alcançar e manter a universalização do atendimento	1-coletar os RSU em toda a área urbana. 2- adequar a oferta de serviço a expansão urbana.					
Destinação adequada RS	Queima e resíduo gerado enterrado e lixão municipal.	100%	Destinar adequadamente os RS	4- Disposição final em aterros sanitários de todo rejeito 5- Destinação adequada do material reciclável e reaproveitamento 6- Destinação adequada dos RSS Destinação adequada dos RCD					
Cobertura do serviço de coleta seletiva porta a porta	4,17%	100%	Implantar a coleta seletiva no município	Iniciar o serviço de coleta de recicláveis por bairros.					
Existência de legislação que regulamente a Logística Reversa	Não existe	Existência de Legislação	Criar legislação que regulamente a logística reversa	Criar em curto prazo		x			



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB
Prospectiva e Planejamento Estratégico

41



Existência de Legislação que regulamente a atuação dos grande geradores	Não existe	Existência de Legislação	Criar legislação que regulamente a atuação dos grande geradores	Criar em curto prazo					
Per capita de produção de RS	0,61	Redução continua da produção	Reduzir a produção de resíduos sólidos	Redução continua	-1%ao ano	1%ao ano	1%ao ano	1%ao ano	

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Tabela 19 – 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				Prioridade
	Imediato	Curto			Médio	Longo			
	2018 a 2021	2022 a 2025			2026 a 2029	2030 a 2037			
Situação doserviço e infraestrutura de manejo das águas pluviais – Zona Urbana	Atendimento Adequado								
Cobertura de Pavimentação	75%	100%	Atingir/manter 100% da pavimentação e manter conforme a expansão populacional.	Alcançar total pavimentação e manter conforme expansão populacional até curto prazo.		85% do não pavimentado	95% de pavimentação	100% pavimentado	
Ocorrência de alagamento nos 5 anos anteriores	Ocorreu	Não ocorrer alagamentos	Reduzir a ocorrência de alagamento	Estruturar o sistema para não ocorrer alagamentos em curto prazo.		x			

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Tabela 20 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de manejo das águas pluviais da Zona Rural.

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						Prioridade
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				
	Imediato	Curto			Médio	Longo			
	2018 a 2021	2022 a 2025			2026 a 2029	2030 a 2037			
	Situação doserviço e infraestrutura de manejo das águas pluviais – Zona Rural	Atendimento Adequado							
Ocorrência de alagamento nos 5 anos anteriores	Sítio Campestre, riacho de areia e Lagoa Nova	Não ocorrer alagamentos	Reduzir a ocorrência de alagamento	Estruturar o sistema para não ocorrer alagamentos em curto prazo.		x			

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

4. PROJEÇÃO DE DEMANDAS E PROSPECTIVAS TÉCNICAS

4.1 ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS DE GESTÃO E PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO

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 melhor desenvolver uma estrutura político-jurídico-administrativa municipal, que passe a vigorar como referência para a gestão municipal, munícipes, agentes públicos e privados, bem como ao público em geral no setor de saneamento.

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 dependem 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 à 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, especialmente bem delimitada em razão de uma legislação que institua a Política Municipal de Saneamento Básico.

Todavia para a instituição desta Política Municipal de Saneamento, é necessária além da verificação realizada na Etapa de diagnóstico, a compatibilização com as legislações municipais existentes, visto que, no tocante as 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 Montanhas, 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 Montanhas, somente possui sancionadas a Lei Orgânica Municipal, o código tributário e a lei do saneamento que tratam sobre a matéria.

Se observa 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 start de uma política de saneamento básico municipal.

O mesmo ocorre com a Lei 465/2018 que preveem direitos e garantias sobre ações que atingem direta ou tangencialmente a questão do saneamento, mas que não limitam uma proposta plena de institucionalização de uma política no município sobre a matéria. A lei 465/2018 Institui a Política Municipal de Saneamento Básico do Município de Montanhas/RN e dá outras providências

No que trata do Plano Diretor do Município de Montanhas, ele ainda não foi elaborado nem aprovado, porém uma vez realizado deverá cumprir e observar que todas as suas diretrizes encontram-se compatíveis com as legislações em vigor sobre a matéria, e proporcionam um melhor aproveitamento das soluções técnicas a serem propostas em razão do já existente planejamento municipal.

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 Montanhas, aprimore sua organização administrativa, para inserir dentro da Secretaria municipal de Saúde o conselho municipal de saneamento básico que terá 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, 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 Montanhas 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 mostra-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

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.

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 retirava dos municípios a prerrogativas 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 participantes da Federação e possuidores de competências e autonomia próprias. Sendo de interesse dos Estados-membros da federação essas atividades, recaíam 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 agentes passa a ser de escolha do próprio Município a ser expressa em sua Política Municipal de Saneamento Básico.

Assim, no Município de Montanhas em que o abastecimento de água e de esgotamento sanitário são serviços prestados em regime de concessão firmado de maneira precária com a Companhia Estadual, sem existência de licitação, precisam serem 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.

Enquanto que os serviços de manejo de resíduos sólidos são oferecidos através de empresa terceira e atualmente atende em sua totalidade a zona urbana e a comunidade

² Idem, p. 72.

³ Vargas, Marcelo Coutinho, Lima, Roverbal Francisco de, Concessões privadas de saneamento no Brasil: bom negócio para quem?. p. 73. Disponível em:<
<http://www.scielo.br/pdf/%0D/asoc/v7n2/24688.pdf>> Acesso em 29/05/2017.

de lagoa de Pedras, ficando a demais comunidades da zona rural desassistidas. 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.

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

Cada uma dessas possibilidades de escolha pelo titular possui 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, se a autarquia seja a empresa pública "caracteriza-se por ser uma administração indireta, ou seja, o poder é transferido pelo poder público para uma entidade de gestão descentralizada"⁶.

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.

⁴HELLER, 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

⁵BRASIL *apud* HELLER, 2012.

⁶HELLER, 2012. p16.

⁷FUNASA - 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.

⁸Idem, p. 10.

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 inserido dentro da estrutura municipal, essa forma de prestação do serviço está mais sujeita 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 se encontra 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, quando comparado às autarquias municipais, decorrente 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 traduzidamente, as 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 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 prestação dos serviços de água e esgotos, sob um âmbito regional, construída através de um perfil administrativo e financeiro centralizador, mas utilizadora de uma operação descentralizada através de escritórios regionais em municípios-chave.

Visando a sustentabilidade empresarial, este modelo de prestação de serviço de saneamento se utiliza do princípio da autossustentação tarifária, segundo o qual as tarifas deveriam ser capazes de cobrir os custos de operação 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 formação 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 prestação regionalizada tal qual prevê o art. 14 da Lei Federal nº 11.445/2007.

4.1.1.4 Prestação por Agentes Privados

Evidencia-se que na atualidade, a prestação de serviços públicos de saneamento através de contratação de entidades privadas é muito insipiente no Brasil. Contudo, é de se esperar que o envolvimento privado na prestação dos serviços de saneamento tende 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.

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.

Essa mudança de foco prejudicaria especialmente as áreas mais deficientes que não possam conceder o feedback necessário para os prestadores no que se refere aas 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.

4.1.1.5 Da escolha do município

Em razão das análises realizadas anteriormente, e das respostas possíveis de serem extraídas do diagnóstico previamente realizado o Município de Montanhas, indica a sua orientação pelo modelo de prestação municipal direta para os casos de drenagem. Para os resíduos sólidos o modelo de prestação por agentes privados e para esgotamento sanitário e abastecimento de água por prestação 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.

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.

¹⁰ Idem 76

¹¹ HOHMANN, 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

Isso por que a participação de agentes privados como responsáveis pelo alcance de resultados que atinem especialmente ao profundo e inafastável interesse público, diretriz maior regente das ações da Administração Pública, estabelecendo fins públicos à 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 é 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 as atividades dos prestadores estariam submetidas 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.

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

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.

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 Montanhas indicar aquele ente que melhor se enquadra nesses requisitos.

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

¹³ GALVÃO 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.

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 levado 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 sobreposição dentre eles no que se refere à Prestação x Regulação.

Ou ainda, que alguma das esferas de autonomia, seja administrativa, seja a orçamentária, ou outra, não tenha podido ser implementada 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.

Nesta opção, uma autarquia já constituída nos moldes de Agência Reguladora por outro Município poderia ser nomeada através de delegação, desde que estado 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.

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

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   todos os municípios do estado, a utilização deste 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   parte.

Cumpra ressaltar que esta ação consorciada se torna uma opção importante quando existe na prestação do serviço, seja de qualquer ação do saneamento, abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e tratamento de resíduos sólidos ou mesmo escoamento de águas pluviais, que seja efetivada através de gestão associada ou prestação regionalizada dos serviços - Art. 24 da Lei Federal n  11.445/2007.

Esta importância surge em razão da necessidade de uniformidade de regulação prevista no inciso II do Art. 14 da Lei Federal n  11.445/2007, mas também dos termos do art. 15 da Lei Federal n  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 Montanhas indica como mais apropriada a ser órgão autárquico da sua estrutura administrativa municipal.

4.1.3 Do controle social

A Lei Federal n  11.445/2007 ao definir em seu art. 3 , 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 a  o 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,   imprescindível que tais ações aconteçam, mas   obrigatória através de representação em um órgão de controle constituído.

Este  rg o 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 n  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 secret rios 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 à informação dos prestadores e entidade reguladora.¹⁶

Assim, no que trata do Órgão colegiado de Controle Social, o Município de Montanhas 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 tópicos 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 implementação e desenvolvimento do saneamento básico.

Em decorrência de um processo de formação territorial não homogêneo, as dificuldades institucionais (políticas, jurídicas e econômicas) tornam-se barreiras na consecução dos objetivos estabelecidos nas normas nacionais.

Especialmente a barreira institucional ligada a 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.

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 Montanhas Titular do Serviço Público de Saneamento

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

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 Montanhas, 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 Min. 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 Montanhas, 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.

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 Montanhas, 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, por ser o ano posterior ao período de finalização da elaboração do plano. 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 2037, 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 Montanhas, não houve situações de crescimentos opostos na microrregião, assim como não houve situação de crescimento ou decrescimento 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 projecção da maior para a menor  rea. Dispondo das informações de projecções 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 2037, dispondo das projecções populacionais para o Brasil realizadas e disponibilizadas pelo IBGE, foi possível realizar as projecções do Estado usando o Brasil como grande área e o RN como área menor. Finalizadas as projecções para o Estado nos anos de 2031 a 2037 o processo até a projecção do município foi refeito. Desta forma foi possível obter a projecção 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 projecções para cada município, o método utilizado para projetar as populações urbanas e rurais utilizou como base as projecções 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 (F GOLI et al., 2010).

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

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

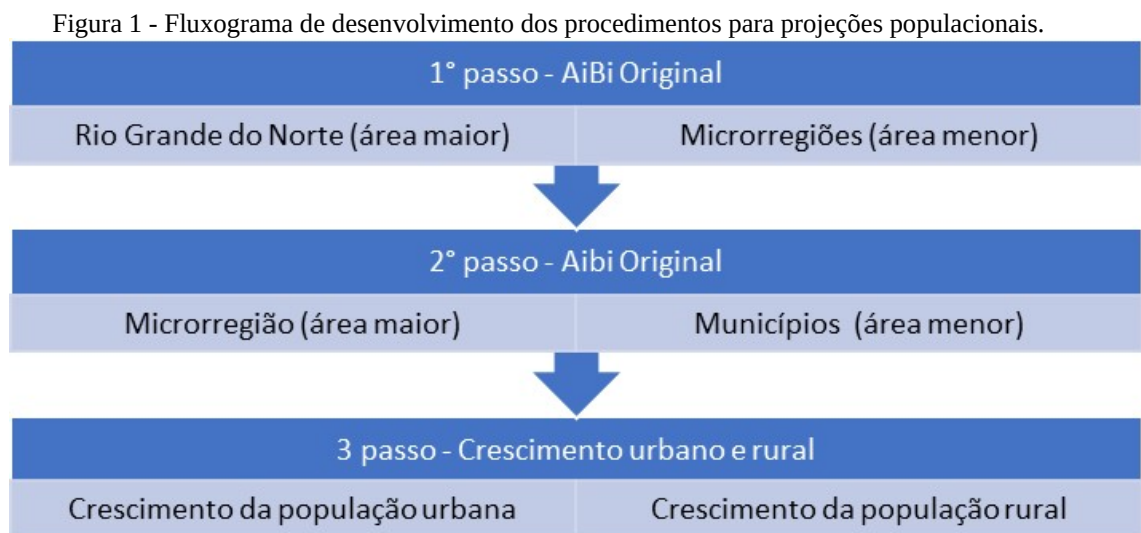
$$r = \ln\left(\frac{R^{t+1}}{R^t}\right) \quad (8)$$

Tal que, u   a taxa de crescimento da população urbana, r a taxa de crescimento da população rural, U   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 1.

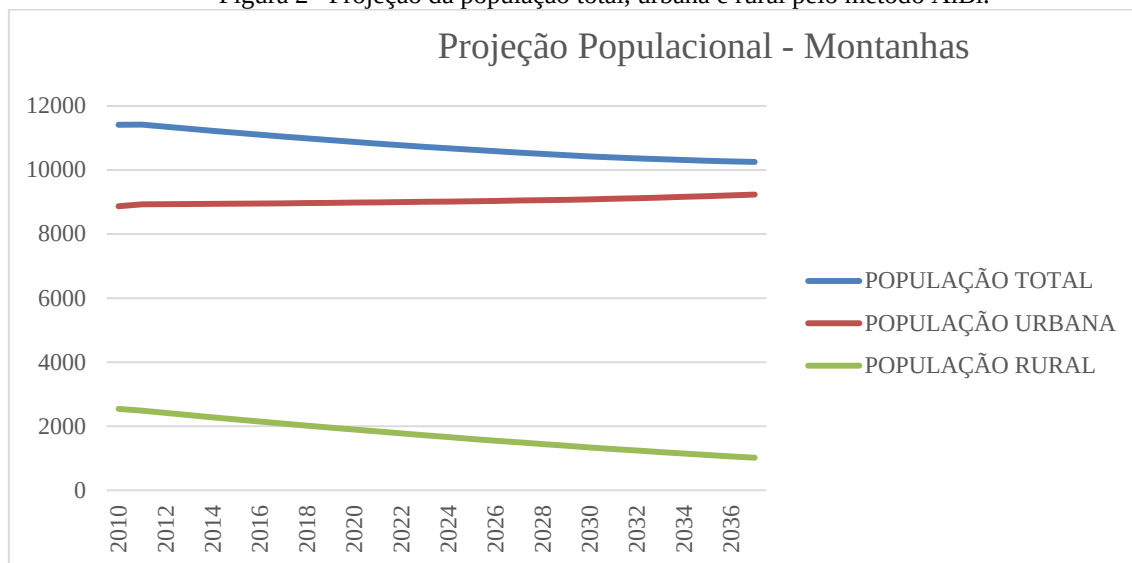


Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2018.

4.2.1.2 Estimativa Populacional do Município de Montanhas

Os valores das populações projetadas pelo método AiBi para os anos de 2011 a 2037 estão apresentados na Figura 2 e na Tabela 21.

Figura 2– Projeção da população total, urbana e rural pelo método AiBi.



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2018.

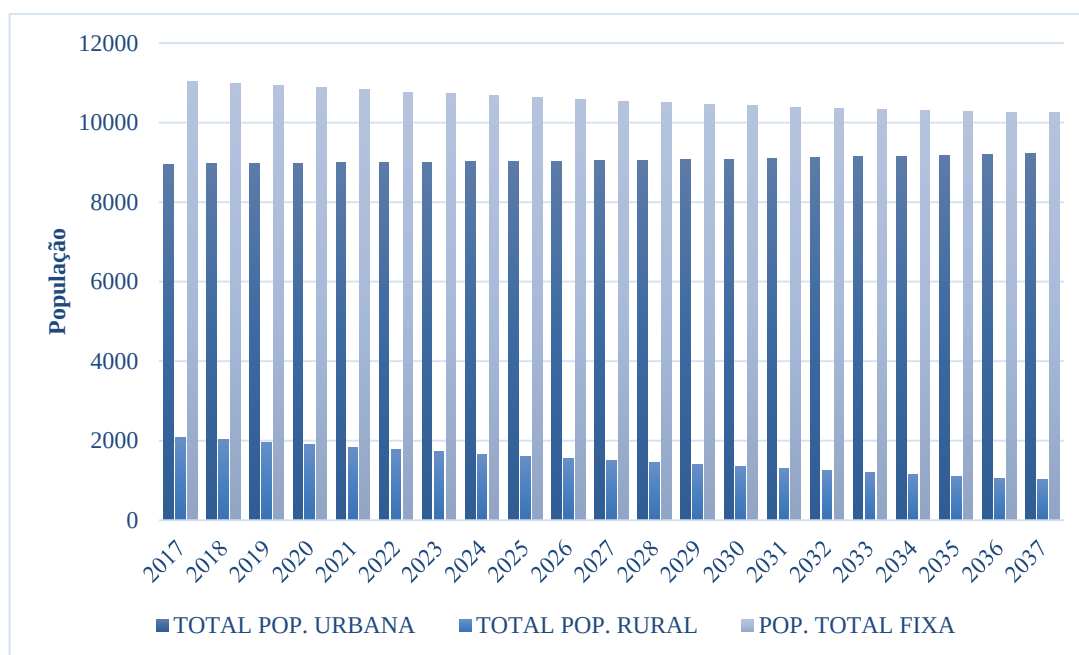
Tabela 21– Estimativa populacional do Município de Montanhas.

ANO	TOTAL		POP. TOTAL FIXA	ANO	TOTAL		POP. TOTAL FIXA
	POP. URBANA	POP. RURAL			POP. URBANA	POP. RURAL	
2017	8959	2083	11042	2028	9058	1443	10501
2018	8966	2020	10986	2029	9070	1391	10461
2019	8973	1957	10930	2030	9084	1340	10424
2020	8981	1896	10877	2031	9101	1291	10392
2021	8989	1836	10825	2032	9120	1243	10363
2022	8997	1776	10773	2033	9139	1196	10335
2023	9006	1718	10724	2034	9161	1150	10311
2024	9015	1661	10676	2035	9183	1105	10288
2025	9025	1605	10630	2036	9208	1061	10269
2026	9035	1550	10585	2037	9233	1018	10251
2027	9046	1496	10542				

Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2018.

A população de Montanhas é predominantemente urbana, tendo a tendência geral de decair a população total e população rural, e a população urbana tendo aumento populacional. A Figura 3 ilustra a projeção municipal ao longo dos 20 anos.

Figura 3– Evolução da população do Município Montanhas



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2018.

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 22 sistematiza essas informações que serão imprescindíveis para que o planejamento do saneamento básico do município Montanhas aconteça de forma coerente para todo o território.

Tabela 22 – 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
SEDE	UBRBANO	0		AGLOMERADA			4007	17/11/17	8372		17/11/17
RIACHO DE AREIAS	COMUNIDADE	1			DISPERSA		4	15/11/17		18	15/11/17
BARBAÇO	COMUNIDADE	6			DISPERSA		14	15/11/17		68	15/11/17
BARBATÃO	COMUNIDADE	6			DISPERSA		1	15/11/17		4	15/11/17
CAMPO LOURO	COMUNIDADE	8			DISPERSA		2	15/11/17		7	15/11/17
CAPIM GROSSO	COMUNIDADE	1,3			DISPERSA		13	15/11/17		51	15/11/17
CURIMATÃ	COMUNIDADE	11			DISPERSA		14	15/11/17		55	15/11/17
GRAVATÁ	COMUNIDADE	9			DISPERSA		12	15/11/17		58	15/11/17
INGÁ	COMUNIDADE	9			DISPERSA		30	15/11/17		119	15/11/17
JUREMA	COMUNIDADE	1			DISPERSA		8	15/11/17		31	15/11/17
LAGOA DE PEDRAS	COMUNIDADE	0,80		AGLOMERADA		80	79	15/11/17		636	15/11/17
LAGOA DE DENTRO	COMUNIDADE	3			DISPERSA		16	15/11/17		63	15/11/17
LAGOA DO LAMEIRO	COMUNIDADE	3			DISPERSA		9	17/11/17		36	17/11/17
OFICINA	COMUNIDADE	7			DISPERSA		4	17/11/17		135	17/11/17
CAMPESTRE	COMUNIDADE	9			DISPERSA		14	17/11/17		34	17/11/17
RIACHÃO DOS CLEMENTES	COMUNIDADE	7			DISPERSA		1	17/11/17		28	17/11/17
BOTAFOGO	COMUNIDADE	8			DISPERSA		2	17/11/17		117	17/11/17
SALGADO	COMUNIDADE	1			DISPERSA		13	17/11/17		19	17/11/17
SÃO MIGUEL	COMUNIDADE	5			DISPERSA		14	17/11/17		125	17/11/17

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
LAGOA NOVA	COMUNIDADE	3			DISPERSA		12	17/11/17		134	17/11/17
RIACHO DO BOM PASTO	COMUNIDADE	7			DISPERSA		66	17/11/17		198	17/11/17
SERROTE	COMUNIDADE	4			DISPERSA		30	17/11/17		122	17/11/17
SUCAVÃO	COMUNIDADE	3			DISPERSA		58	17/11/17		226	17/11/17
BOA ESPERANÇA	COMUNIDADE	2		AGLOMERADA			252	17/11/17		757	17/11/17

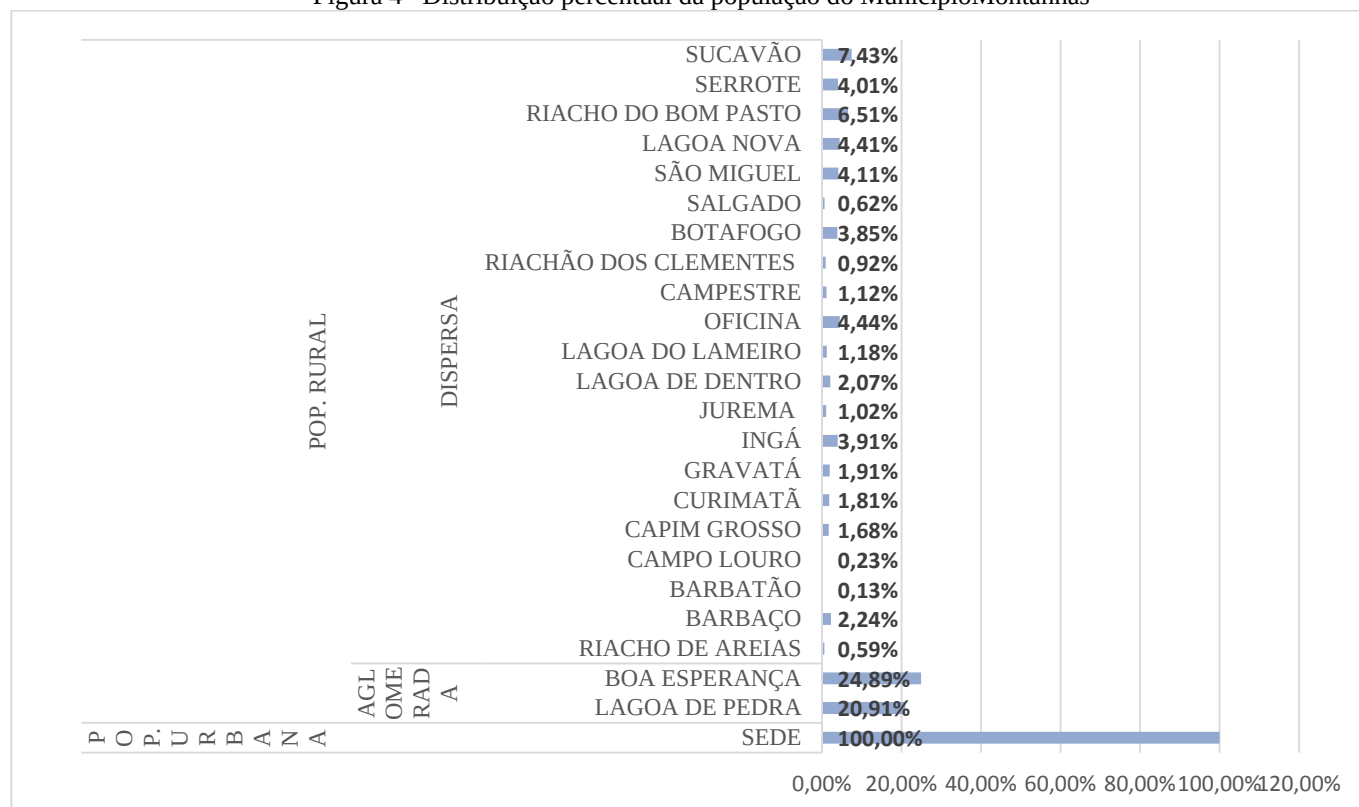
Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Em decorrência do Município de Montanhas não possuir Plano diretor, nem Lei de Delimitação do Perímetro Urbano, para elaboração dos estudos de projeção das demandas atuais e futuras, foi feita a distinção das zonas urbanas e rurais em função do uso do solo.

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.

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), construída a partir dos dados do levantamento de campo realizado pela equipe de trabalho.

Figura 4– Distribuição percentual da população do Município Montanhas



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2018.

Considerando a distribuição percentual da população municipal da Figura 4, é possível estimar a projeção populacional para cada unidade de planejamento, conforme



apresentado na Tabela 23, distribuindo-se percentualmente a variação incremental identificada na metodologia aplicada na projeção da população total, urbana e rural.

Tabela 23 – Estimativa da evolução da população do Município Montanhas

AN O	POP. URBANA		POP URBAN A TOTAL FIXA	POP. RURAL																				POP. RURAL TOTAL FIXA	POP. TOTAL FIXA	
	SEDE	Zona Urbana		AGLOMERADA		DISPERSA																				
				LAGOA DE PEDRAS	BARBAÇO	BARBATÃO	CAMPO LOURO	CAPIM GROSSO	CURIMATÁ	GRAVATÁ	INGÁ	JUREMA	LAGOA DE DENTRO	LAGOA DO LAMEIRO	OFICINA	CAMPESTRE	RIACHÃO DOS CLEMENTES	BOTAFOGO	SALGADO	SÃO MIGUEL	LAGOA NOVA	RIACHO DO BOM PASTO	SERROTE			SUCAVÃO
2017	8959	8959	17918	436	519	3	5	35	38	40	82	21	43	25	92	23	19	80	13	86	92	136	84	155	2027	19945
2018	8966	8966	17932	422	503	3	5	34	37	39	79	21	42	24	90	23	19	78	13	83	89	132	81	150	1967	19899
2019	8973	8973	17946	409	487	3	5	33	35	37	77	20	41	23	87	22	18	75	12	80	86	127	79	145	1901	19847
2020	8981	8981	17962	397	472	2	4	32	34	36	74	19	39	22	84	21	17	73	12	78	84	123	76	141	1840	19802
2021	8989	8989	17978	384	457	2	4	31	33	35	72	19	38	22	82	21	17	71	11	75	81	120	74	136	1785	19763
2022	8997	8997	17994	371	442	2	4	30	32	34	69	18	37	21	79	20	16	68	11	73	78	116	71	132	1724	19718
2023	9006	9006	18012	359	428	2	4	29	31	33	67	18	36	20	76	19	16	66	11	71	76	112	69	128	1671	19683
2024	9015	9015	18030	347	413	2	4	28	30	32	65	17	34	20	74	19	15	64	10	68	73	108	67	123	1613	19643
2025	9025	9025	18050	336	400	2	4	27	29	31	63	16	33	19	71	18	15	62	10	66	71	105	64	119	1561	19611
2026	9035	9035	18070	324	386	2	4	26	28	30	61	16	32	18	69	17	14	60	10	64	68	101	62	115	1507	19577
2027	9046	9046	18092	313	372	2	3	25	27	29	59	15	31	18	66	17	14	58	9	61	66	97	60	111	1453	19545
2028	9058	9058	18116	302	359	2	3	24	26	28	56	15	30	17	64	16	13	56	9	59	64	94	58	107	1402	19518
2029	9070	9070	18140	291	346	2	3	23	25	27	54	14	29	16	62	16	13	54	9	57	61	91	56	103	1352	19492
2030	9084	9084	18168	280	334	2	3	22	24	26	52	14	28	16	59	15	12	52	8	55	59	87	54	100	1302	19470
2031	9101	9101	18202	270	321	2	3	22	23	25	51	13	27	15	57	14	12	50	8	53	57	84	52	96	1255	19457
2032	9120	9120	18240	260	309	2	3	21	22	24	49	13	26	15	55	14	11	48	8	51	55	81	50	92	1209	19449

AN O	POP. URBANA		POP URBAN A TOTAL FIXA	POP. RURAL																				POP. RURAL TOTAL FIXA	POP. TOTAL FIXA	
	SEDE	Zona Urbana		AGLOMERADA		DISPERSA																				
				LAGOA DE PEDRAS	BARBAÇO	BARBATÃO	CAMPO LOURO	CAPIM GROSSO	CURIMATÁ	GRAVATÁ	INGÁ	JUREMA	LAGOA DE DENTRO	LAGOA DO LAMEIRO	OFICINA	CAMPESTRE	RIACHÃO DOS CLEMENTES	BOTAFOGO	SALGADO	SÃO MIGUEL	LAGOA NOVA	RIACHO DO BOM PASTO	SERROTE			SUCAVÃO
2033	9139	9139	18278	250	298	2	3	20	22	23	47	12	25	14	53	13	11	46	7	49	53	78	48	89	1163	19441
2034	9161	9161	18322	241	286	2	3	19	21	22	45	12	24	14	51	13	11	44	7	47	51	75	46	85	1119	19441
2035	9183	9183	18366	231	275	1	3	19	20	21	43	11	23	13	49	12	10	43	7	45	49	72	44	82	1073	19439
2036	9208	9208	18416	222	264	1	2	18	19	20	42	11	22	13	47	12	10	41	7	44	47	69	43	79	1033	19449
2037	9233	9233	18466	213	253	1	2	17	18	19	40	10	21	12	45	11	9	39	6	42	45	66	41	76	986	19452

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

4.2.2 Estimativa da População Flutuante do Município de Montanhas

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 Montanhas a população flutuante é aproximadamente de 5 mil pessoas por ano levando em consideração diversas festividades como festa de reis, de São João, emancipação política da cidade.

4.2.3 Estimativa populacional do sistema regionalizado de abastecimento de água Montanhas

Considerando-se o dado de economias cadastradas, por município, para o sistema de abastecimento de água regionalizado Adutora Pedro Velho, de acordo com equipe técnica da UFRN, e a densidade média de ocupação dos domicílios, em conformidade com o Censo do IBGE (2010), foi possível estimar a população atendida pelo sistema no ano de 2017. A Tabela 24 apresenta essa estimativa, com dados os quais referem-se à participação urbana e rural.

Tabela 24- Estimativa de população abastecida pelo sistema regionalizado Adutora de Pedro Velho no ano de 2017.

Município	Estimativa população
Montanhas	11043
Pedro Velho	14763
Nova Cruz	36925
População Total Abastecida: 62731	

Fonte: Equipe de Apoio Técnico UFRN, 2018

Tendo em vista que a população abastecida pelo Sistema Adutor Pedro Velho 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 Montanhas

A região do Agreste, na qual o município de Montanhas está inserido, possui uma população, em 2017, urbana de aproximadamente 298 mil pessoas e rural de aproximadamente 188 mil pessoas, de acordo com a projeção realizada pela equipe técnica da UFRN em 2018; significando 14% da população do Estado. Tendo como projeção regionalizada em 2020 de 308.422 habitantes na zona urbana e 188.182 habitantes na zona rural, em 2030 de 336.817 habitantes na zona urbana e de 188.987 habitantes.

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 Montanhas, a tendência de expansão territorial e os usos previstos. Assim, uma ferramenta importante para avaliação das perspectivas 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 Montanhas, 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.

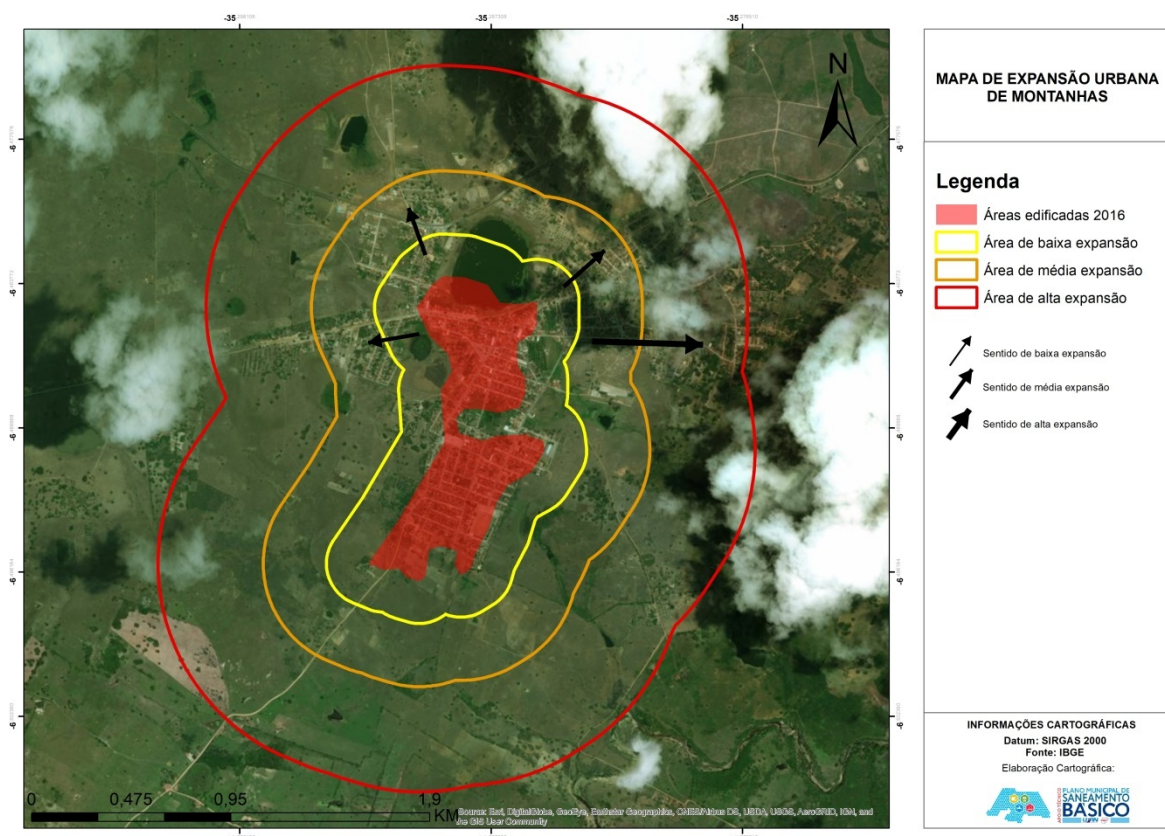
O sentido dessa expansão é indicado conforme percebido no sentido das vias de acesso, pensando pelo viés que esses objetos (vias de acesso) possibilitam novas ações (especulação imobiliária), gerando novos objetos (novas edificações). A intensidade desse sentido também está presente na representação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

Considerando o exposto acima, a Figura 5 apresenta o mapa de expansão urbana do município de Montanhas.

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

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

Figura 5 - Mapa de expansão urbana do município de Montanhas.



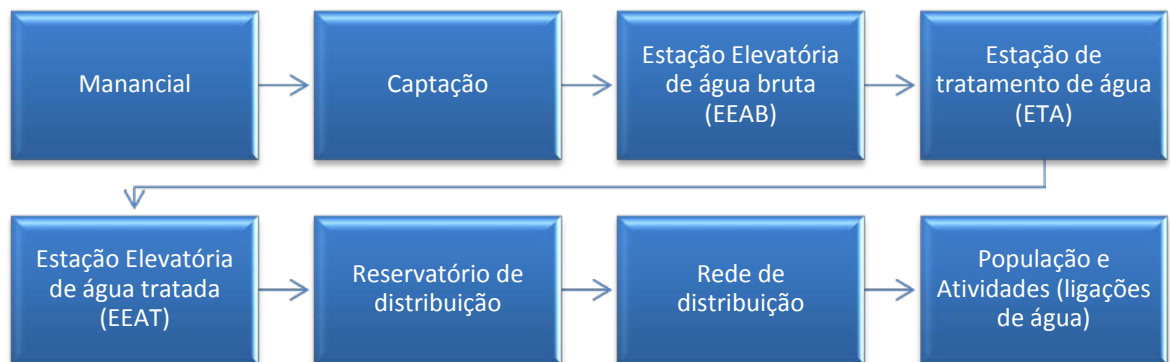
Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2018.

A presença de corpos hídricos na área de média expansão corrobora a necessidade de que a expansão seja associada à ampliação da infraestrutura de saneamento básico, de modo a evitar o comprometimento da qualidade dos recursos hídricos e a proliferação de vetores transmissores de doenças.

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 6 tem representados os componentes de um sistema de abastecimento de água.

Figura 6 – Componentes de um Sistema de Abastecimento de Água (SAA)



Fonte: Equipe de apoio técnico 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 Montanhas (Tabela 22) 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 Montanhas possuía em Maio de 2017 um total de 4021 ligações cadastradas, sendo 3273 ligações de água ativas e 748 ligações inativas (CAERN, 2017). Identificou-se ainda, que o município possuía no mesmo período um total de 4055 economias cadastradas ativas em todo município, sendo que destas 667 localizam-se nas comunidades rurais, restando 3388 economias na sede.

Com base nesses dados, podemos identificar que 18,6% das ligações cadastradas não estão efetivamente ligadas a 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 abastecidas pela CAERN e o número de economias residenciais existentes, estima-se que há um déficit de 171 ligações para garantir o atendimento integral das populações dessas localidades. No que se refere à sede, não há déficit de ligações, porém existe um grande número de ligações inativas. 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 a 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 2,95 (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 25) apresentou tendência a decaimento, adotou-se o crescimento de pelo menos 1 ligação de água a cada três anos para cada comunidade.

Tabela 25 - Taxa de adensamento das comunidades rurais do município de Várzea.

Comunidade rural	Taxa de adensamento	Comunidade rural	Taxa de adensamento
RIACHO DE AREIAS	3,00	OFICINA	2,71
BARBAÇO	3,36	CAMPESTRE	2,56
BARBATÃO	3,00	RIACHÃO DOS CLEMENTES	3,17
CAMPO LOURO	2,50	BOTAFOGO	2,67
CAPIM GROSSO	2,69	SALGADO	2,60

CURIMATÃ	2,71	SÃO MIGUEL	2,69
GRAVATÁ	3,33	LAGOA NOVA	2,71
INGÁ	2,73	RIACHO DO BOM PASTO	2,06
JUREMA	2,63	SERROTE	2,80
LAGOA DE PEDRAS	2,74	SUCAVÃO	2,67
LAGOA DE DENTRO	2,69	BOA ESPERANÇA	2,06
LAGOA DO LAMEIRO	2,78		

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

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 26 e Tabela 27).

Tabela 26 – 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
2017	8959	3354	0
2018	8966	3357	3
2019	8973	3360	3
2020	8981	3363	3
2021	8989	3366	3
2022	8997	3369	3
2023	9006	3372	3
2024	9015	3375	3
2025	9025	3379	4
2026	9035	3383	4
2027	9046	3387	4
2028	9058	3392	5
2029	9070	3396	4
2030	9084	3401	5
2031	9101	3408	7
2032	9120	3415	7
2033	9139	3422	7
2034	9161	3430	8
2035	9183	3438	8
2036	9208	3448	10
2037	9233	3457	9

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

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

ANO	POP. RURAL											
	AGLOMERADA						DISPERSA					
	LAGOA DE PEDRAS			BOA ESPERANÇA			RIACHO DE AREIAS			BARBAÇO		
	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
2017	436	159	39	519	252	22	12	4	0	47	14	0
2018	422	159	39	503	252	22	12	4	0	45	14	0
2019	409	159	0	487	252	0	12	4	0	44	14	0
2020	397	160	1	472	253	1	11	5	1	42	15	1
2021	384	160	0	457	253	0	11	5	0	41	15	0
2022	371	160	0	442	253	0	11	5	0	40	15	0
2023	359	161	1	428	254	1	10	6	1	38	16	1
2024	347	161	0	413	254	0	10	6	0	37	16	0
2025	336	161	0	400	254	0	10	6	0	36	16	0
2026	324	162	1	386	255	1	9	7	1	35	17	1
2027	313	162	0	372	255	0	9	7	0	33	17	0
2028	302	162	0	359	255	0	9	7	0	32	17	0
2029	291	163	1	346	256	1	8	8	1	31	18	1
2030	280	163	0	334	256	0	8	8	0	30	18	0
2031	270	163	0	321	256	0	8	8	0	29	18	0
2032	260	164	1	309	257	1	7	9	1	28	19	1
2033	250	164	0	298	257	0	7	9	0	27	19	0
2034	241	164	0	286	257	0	7	9	0	26	19	0
2035	231	165	1	275	258	1	7	10	1	25	20	1
2036	222	165	0	264	258	0	6	10	0	24	20	0
2037	213	165	0	253	258	0	6	10	0	23	20	0

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Tabela 27 - Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento (*continuação*).

ANO	POP. RURAL											
	DISPERSA											
	BARBATÃO			CAMPO LOURO			CAPIM GROSSO			CURIMATÃ		
	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
2017	3	1	0	5	2	0	35	13	0	38	14	9
2018	3	1	0	5	2	0	34	13	0	37	14	9
2019	3	1	0	5	2	0	33	13	0	35	14	0
2020	2	2	1	4	3	1	32	14	1	34	15	1
2021	2	2	0	4	3	0	31	14	0	33	15	0
2022	2	2	0	4	3	0	30	14	0	32	15	0
2023	2	3	1	4	4	1	29	15	1	31	16	1
2024	2	3	0	4	4	0	28	15	0	30	16	0
2025	2	3	0	4	4	0	27	15	0	29	16	0
2026	2	4	1	4	5	1	26	16	1	28	17	1
2027	2	4	0	3	5	0	25	16	0	27	17	0
2028	2	4	0	3	5	0	24	16	0	26	17	0
2029	2	5	1	3	6	1	23	17	1	25	18	1
2030	2	5	0	3	6	0	22	17	0	24	18	0
2031	2	5	0	3	6	0	22	17	0	23	18	0
2032	2	6	1	3	7	1	21	18	1	22	19	1
2033	2	6	0	3	7	0	20	18	0	22	19	0
2034	2	6	0	3	7	0	19	18	0	21	19	0
2035	1	7	1	3	8	1	19	19	1	20	20	1
2036	1	7	0	2	8	0	18	19	0	19	20	0
2037	1	7	0	2	8	0	17	19	0	18	20	0

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018

Tabela 27 - Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento (*continuação*).

ANO	POP. RURAL											
	DISPERSA											
	GRAVATÁ			INGÁ			JUREMA			LAGOA DE DENTRO		
	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
2017	40	12	4	82	30	16	21	8	0	43	16	1
2018	39	12	4	79	30	16	21	8	0	42	16	1
2019	37	12	0	77	30	0	20	8	0	41	16	0
2020	36	13	1	74	31	1	19	9	1	39	17	1
2021	35	13	0	72	31	0	19	9	0	38	17	0
2022	34	13	0	69	31	0	18	9	0	37	17	0
2023	33	14	1	67	32	1	18	10	1	36	18	1
2024	32	14	0	65	32	0	17	10	0	34	18	0
2025	31	14	0	63	32	0	16	10	0	33	18	0
2026	30	15	1	61	33	1	16	11	1	32	19	1
2027	29	15	0	59	33	0	15	11	0	31	19	0
2028	28	15	0	56	33	0	15	11	0	30	19	0
2029	27	16	1	54	34	1	14	12	1	29	20	1
2030	26	16	0	52	34	0	14	12	0	28	20	0
2031	25	16	0	51	34	0	13	12	0	27	20	0
2032	24	17	1	49	35	1	13	13	1	26	21	1
2033	23	17	0	47	35	0	12	13	0	25	21	0
2034	22	17	0	45	35	0	12	13	0	24	21	0
2035	21	18	1	43	36	1	11	14	1	23	22	1
2036	20	18	0	42	36	0	11	14	0	22	22	0
2037	19	18	0	40	36	0	10	14	0	21	22	0

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018

Tabela 27 - Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento (*continuação*).

ANO	POP. RURAL											
	DISPERSA											
	LAGOA DO MELEIRO			OFICINA			CAMPESTRE			RIACHÃO DOS CLEMENTES		
	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
2017	25	9	1	92	34	30	23	9	4	19	6	0
2018	24	9	1	90	34	30	23	9	4	19	6	0
2019	23	9	0	87	34	0	22	9	0	18	6	0
2020	22	10	1	84	35	1	21	10	1	17	7	1
2021	22	10	0	82	35	0	21	10	0	17	7	0
2022	21	10	0	79	35	0	20	10	0	16	7	0
2023	20	11	1	76	36	1	19	11	1	16	8	1
2024	20	11	0	74	36	0	19	11	0	15	8	0
2025	19	11	0	71	36	0	18	11	0	15	8	0
2026	18	12	1	69	37	1	17	12	1	14	9	1
2027	18	12	0	66	37	0	17	12	0	14	9	0
2028	17	12	0	64	37	0	16	12	0	13	9	0
2029	16	13	1	62	38	1	16	13	1	13	10	1
2030	16	13	0	59	38	0	15	13	0	12	10	0
2031	15	13	0	57	38	0	14	13	0	12	10	0
2032	15	14	1	55	39	1	14	14	1	11	11	1
2033	14	14	0	53	39	0	13	14	0	11	11	0
2034	14	14	0	51	39	0	13	14	0	11	11	0
2035	13	15	1	49	40	1	12	15	1	10	12	1
2036	13	15	0	47	40	0	12	15	0	10	12	0
2037	12	15	0	45	40	0	11	15	0	9	12	0

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018

Tabela 27 - Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento (*continuação*).

ANO	POP. RURAL											
	DISPERSA											
	BOTAFOGO			SALGADO			SÃO MIGUEL			LAGOA NOVA		
	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
2017	80	30	7	13	5	0	86	32	9	92	34	9
2018	78	30	7	13	5	0	83	32	9	89	34	9
2019	75	30	0	12	5	0	80	32	0	86	34	0
2020	73	31	1	12	6	1	78	33	1	84	35	1
2021	71	31	0	11	6	0	75	33	0	81	35	0
2022	68	31	0	11	6	0	73	33	0	78	35	0
2023	66	32	1	11	7	1	71	34	1	76	36	1
2024	64	32	0	10	7	0	68	34	0	73	36	0
2025	62	32	0	10	7	0	66	34	0	71	36	0
2026	60	33	1	10	8	1	64	35	1	68	37	1
2027	58	33	0	9	8	0	61	35	0	66	37	0
2028	56	33	0	9	8	0	59	35	0	64	37	0
2029	54	34	1	9	9	1	57	36	1	61	38	1
2030	52	34	0	8	9	0	55	36	0	59	38	0
2031	50	34	0	8	9	0	53	36	0	57	38	0
2032	48	35	1	8	10	1	51	37	1	55	39	1
2033	46	35	0	7	10	0	49	37	0	53	39	0
2034	44	35	0	7	10	0	47	37	0	51	39	0
2035	43	36	1	7	11	1	45	38	1	49	40	1
2036	41	36	0	7	11	0	44	38	0	47	40	0
2037	39	36	0	6	11	0	42	38	0	45	40	0

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018

Tabela 27 - Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento (*continuação*).

ANO	POP. RURAL								
	DISPERSA								
	RIACHO DO BOM PASTOR			SERROTE			SUCAVÃO		
	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
2017	80	30	7	13	5	0	86	32	9
2018	78	30	7	13	5	0	83	32	9
2019	75	30	0	12	5	0	80	32	0
2020	73	31	1	12	6	1	78	33	1
2021	71	31	0	11	6	0	75	33	0
2022	68	31	0	11	6	0	73	33	0
2023	66	32	1	11	7	1	71	34	1
2024	64	32	0	10	7	0	68	34	0
2025	62	32	0	10	7	0	66	34	0
2026	60	33	1	10	8	1	64	35	1
2027	58	33	0	9	8	0	61	35	0
2028	56	33	0	9	8	0	59	35	0
2029	54	34	1	9	9	1	57	36	1
2030	52	34	0	8	9	0	55	36	0
2031	50	34	0	8	9	0	53	36	0
2032	48	35	1	8	10	1	51	37	1
2033	46	35	0	7	10	0	49	37	0
2034	44	35	0	7	10	0	47	37	0
2035	43	36	1	7	11	1	45	38	1
2036	41	36	0	7	11	0	44	38	0
2037	39	36	0	6	11	0	42	38	0

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018

Considera-se uma meta imediata o atendimento do déficit de ligação dos sistemas das zonas urbanas e rural, bem como a elaboração de estudo de viabilidade de sistema para atendimento das demandas de todas as comunidades rurais as quais não possuem atualmente sistema de abastecimento com rede de distribuição operante. 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 26 e Tabela 27.

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. Tão 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 e nas derivações da Adutora de Pedro Velho que abastecem localidades rurais.

Conforme identificado no Diagnóstico Técnico-Participativo, no Município de Montanhas observa-se que o déficit de hidrometração da área urbana era de 9% em Maio de 2017 das ligações ativas. 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 5 anos (conforme NBR NM 212/1999), sendo, portanto, necessário prever a substituição dos 2960 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 Montanhas.

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 Montanhas, 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 no 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/atualizar 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 quando e se ocorrerem.

Para estimar a extensão de rede necessária para ampliação do abastecimento no Município de Montanhas, considerou-se 10 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.

Considera-se uma meta imediata o atendimento do déficit de ligação dos sistemas de abastecimento das zonas urbana e rural, bem como a elaboração de estudo de viabilidade de sistema para atendimento das demandas de todas as comunidades rurais, as quais não possuem atualmente sistema de abastecimento com rede de distribuição operante.



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 das demandas, que podem ser estimadas conforme apresentado nas Tabela 28 e Tabela 29.

As localidades rurais do município de Montanhas 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 1 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 29, apresentam-se as extensões de rede necessárias para atender as localidades rurais, bem como ano previsto para sua implantação.

Tabela 28 - 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)		33
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)
2017	33,54	540	
2018	33,57	31	571
2019	33,6	31	31
2020	33,63	31	31
2021	33,66	30	30
2022	33,69	31	31
2023	33,72	31	31
2024	33,75	31	31
2025	33,79	40	40
2026	33,83	40	40
2027	33,87	40	40
2028	33,92	51	51
2029	33,96	40	40
2030	34,01	50	50
2031	34,08	71	71
2032	34,15	71	71
2033	34,22	71	71
2034	34,3	80	80
2035	34,38	81	81
2036	34,48	100	100
2037	34,57	91	91

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Tabela 29 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural.

ANO	POPULAÇÃO RURAL											
	AGLOMERADA						DISPERSA					
	LAGOA DE PEDRAS			BOA ESPERANÇA			RIACHO DE AREIAS			BARBAÇO		
	Extensão atual da Rede (km)		3,6	Extensão atual da Rede (km)		6,9	Extensão atual da Rede (km)		0,2	Extensão atual da Rede (km)		0,7
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)
2017	4,77	1170		7,56	660		0,2	0		0,7	0	
2018	4,77	0	1170	7,56	0	660	0,2	0	0	0,7	0	0
2019	4,77	0	0	7,56	0	0	0,2	0	0	0,7	0	0
2020	4,8	31	31	7,59	31	31	0,25	50	50	0,75	50	50
2021	4,8	0	0	7,59	0	0	0,25	0	0	0,75	0	0
2022	4,8	0	0	7,59	0	0	0,25	0	0	0,75	0	0
2023	4,83	31	31	7,62	31	31	0,3	50	50	0,8	50	50
2024	4,83	0	0	7,62	0	0	0,3	0	0	0,8	0	0
2025	4,83	0	0	7,62	0	0	0,3	0	0	0,8	0	0
2026	4,86	31	31	7,65	31	31	0,35	50	50	0,85	50	50
2027	4,86	0	0	7,65	0	0	0,35	0	0	0,85	0	0
2028	4,86	0	0	7,65	0	0	0,35	0	0	0,85	0	0
2029	4,89	30	30	7,68	30	30	0,4	50	50	0,9	50	50
2030	4,89	0	0	7,68	0	0	0,4	0	0	0,9	0	0
2031	4,89	0	0	7,68	0	0	0,4	0	0	0,9	0	0
2032	4,92	31	31	7,71	31	31	0,45	50	50	0,95	50	50
2033	4,92	0	0	7,71	0	0	0,45	0	0	0,95	0	0
2034	4,92	0	0	7,71	0	0	0,45	0	0	0,95	0	0
2035	4,95	31	31	7,74	31	31	0,5	50	50	1	50	50
2036	4,95	0	0	7,74	0	0	0,5	0	0	1	0	0
2037	4,95	0	0	7,74	0	0	0,5	0	0	1	0	0

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Tabela 29 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural (*continuação*).

ANO	POPULAÇÃO RURAL											
	DISPERSA											
	BARBATÃO			CAMPO LOURO			CAPIM GROSSO			CURIMATÃ		
	Extensão atual da Rede (km)		0,05	Extensão atual da Rede (km)		0,1	Extensão atual da Rede (km)		0,65	Extensão atual da Rede (km)		0,25
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)
2017	0,05	0		0,1	0		0,65	0		0,7	450	
2018	0,05	0	0	0,1	0	0	0,65	0	0	0,7	0	450
2019	0,05	0	0	0,1	0	0	0,65	0	0	0,7	0	0
2020	0,1	50	50	0,15	50	50	0,7	50	50	0,75	50	50
2021	0,1	0	0	0,15	0	0	0,7	0	0	0,75	0	0
2022	0,1	0	0	0,15	0	0	0,7	0	0	0,75	0	0
2023	0,15	50	50	0,2	50	50	0,75	50	50	0,8	50	50
2024	0,15	0	0	0,2	0	0	0,75	0	0	0,8	0	0
2025	0,15	0	0	0,2	0	0	0,75	0	0	0,8	0	0
2026	0,2	50	50	0,25	50	50	0,8	50	50	0,85	50	50
2027	0,2	0	0	0,25	0	0	0,8	0	0	0,85	0	0
2028	0,2	0	0	0,25	0	0	0,8	0	0	0,85	0	0
2029	0,25	50	50	0,3	50	50	0,85	50	50	0,9	50	50
2030	0,25	0	0	0,3	0	0	0,85	0	0	0,9	0	0
2031	0,25	0	0	0,3	0	0	0,85	0	0	0,9	0	0
2032	0,3	50	50	0,35	50	50	0,9	50	50	0,95	50	50
2033	0,3	0	0	0,35	0	0	0,9	0	0	0,95	0	0
2034	0,3	0	0	0,35	0	0	0,9	0	0	0,95	0	0
2035	0,35	50	50	0,4	50	50	0,95	50	50	1	50	50
2036	0,35	0	0	0,4	0	0	0,95	0	0	1	0	0
2037	0,35	0	0	0,4	0	0	0,95	0	0	1	0	0

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Tabela 29 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural (*continuação*).

ANO	POPULAÇÃO RURAL											
	DISPERSA											
	GRAVATÁ			INGÁ			JUREMA			LAGOA DE DENTRO		
	Extensão atual da Rede (km)		0,4	Extensão atual da Rede (km)		0,7	Extensão atual da Rede (km)		0,4	Extensão atual da Rede (km)		0,75
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)
2017	0,6	200		1,5	800		0,4	0		0,8	50	
2018	0,6	0	200	1,5	0	800	0,4	0	0	0,8	0	50
2019	0,6	0	0	1,5	0	0	0,4	0	0	0,8	0	0
2020	0,65	50	50	1,55	50	50	0,45	50	50	0,85	50	50
2021	0,65	0	0	1,55	0	0	0,45	0	0	0,85	0	0
2022	0,65	0	0	1,55	0	0	0,45	0	0	0,85	0	0
2023	0,7	50	50	1,6	50	50	0,5	50	50	0,9	50	50
2024	0,7	0	0	1,6	0	0	0,5	0	0	0,9	0	0
2025	0,7	0	0	1,6	0	0	0,5	0	0	0,9	0	0
2026	0,75	50	50	1,65	50	50	0,55	50	50	0,95	50	50
2027	0,75	0	0	1,65	0	0	0,55	0	0	0,95	0	0
2028	0,75	0	0	1,65	0	0	0,55	0	0	0,95	0	0
2029	0,8	50	50	1,7	50	50	0,6	50	50	1	50	50
2030	0,8	0	0	1,7	0	0	0,6	0	0	1	0	0
2031	0,8	0	0	1,7	0	0	0,6	0	0	1	0	0
2032	0,85	50	50	1,75	50	50	0,65	50	50	1,05	50	50
2033	0,85	0	0	1,75	0	0	0,65	0	0	1,05	0	0
2034	0,85	0	0	1,75	0	0	0,65	0	0	1,05	0	0
2035	0,9	50	50	1,8	50	50	0,7	50	50	1,1	50	50
2036	0,9	0	0	1,8	0	0	0,7	0	0	1,1	0	0
2037	0,9	0	0	1,8	0	0	0,7	0	0	1,1	0	0

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Tabela 29 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural (*continuação*).

ANO	POPULAÇÃO RURAL											
	DISPERSA											
	LAGOA DO MELEIRO			OFICINA			CAMPESTRE			RIACHÃO DOS CLEMENTES		
	Extensão atual da Rede (km)		0,4	Extensão atual da Rede (km)		0,2	Extensão atual da Rede (km)		0,25	Extensão atual da Rede (km)		0,3
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)
2017	0,45	50		1,7	1500		0,45	200		0,3	0	
2018	0,45	0	50	1,7	0	1500	0,45	0	200	0,3	0	0
2019	0,45	0	0	1,7	0	0	0,45	0	0	0,3	0	0
2020	0,5	50	50	1,75	50	50	0,5	50	50	0,35	50	50
2021	0,5	0	0	1,75	0	0	0,5	0	0	0,35	0	0
2022	0,5	0	0	1,75	0	0	0,5	0	0	0,35	0	0
2023	0,55	50	50	1,8	50	50	0,55	50	50	0,4	50	50
2024	0,55	0	0	1,8	0	0	0,55	0	0	0,4	0	0
2025	0,55	0	0	1,8	0	0	0,55	0	0	0,4	0	0
2026	0,6	50	50	1,85	50	50	0,6	50	50	0,45	50	50
2027	0,6	0	0	1,85	0	0	0,6	0	0	0,45	0	0
2028	0,6	0	0	1,85	0	0	0,6	0	0	0,45	0	0
2029	0,65	50	50	1,9	50	50	0,65	50	50	0,5	50	50
2030	0,65	0	0	1,9	0	0	0,65	0	0	0,5	0	0
2031	0,65	0	0	1,9	0	0	0,65	0	0	0,5	0	0
2032	0,7	50	50	1,95	50	50	0,7	50	50	0,55	50	50
2033	0,7	0	0	1,95	0	0	0,7	0	0	0,55	0	0
2034	0,7	0	0	1,95	0	0	0,7	0	0	0,55	0	0
2035	0,75	50	50	2	50	50	0,75	50	50	0,6	50	50
2036	0,75	0	0	2	0	0	0,75	0	0	0,6	0	0
2037	0,75	0	0	2	0	0	0,75	0	0	0,6	0	0

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018

Tabela 29 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural (*continuação*).

ANO	POPULAÇÃO RURAL											
	DISPERSA											
	BOTAFOGO			SALGADO			SÃO MIGUEL			LAGOA NOVA		
	Extensão atual da Rede (km)		1,15	Extensão atual da Rede (km)		0,25	Extensão atual da Rede (km)		1,15	Extensão atual da Rede (km)		1,25
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)
2017	1,5	350		0,25	0		1,6	450		1,7	450	
2018	1,5	0	350	0,25	0	0	1,6	0	450	1,7	0	450
2019	1,5	0	0	0,25	0	0	1,6	0	0	1,7	0	0
2020	1,55	50	50	0,3	50	50	1,65	50	50	1,75	50	50
2021	1,55	0	0	0,3	0	0	1,65	0	0	1,75	0	0
2022	1,55	0	0	0,3	0	0	1,65	0	0	1,75	0	0
2023	1,6	50	50	0,35	50	50	1,7	50	50	1,8	50	50
2024	1,6	0	0	0,35	0	0	1,7	0	0	1,8	0	0
2025	1,6	0	0	0,35	0	0	1,7	0	0	1,8	0	0
2026	1,65	50	50	0,4	50	50	1,75	50	50	1,85	50	50
2027	1,65	0	0	0,4	0	0	1,75	0	0	1,85	0	0
2028	1,65	0	0	0,4	0	0	1,75	0	0	1,85	0	0
2029	1,7	50	50	0,45	50	50	1,8	50	50	1,9	50	50
2030	1,7	0	0	0,45	0	0	1,8	0	0	1,9	0	0
2031	1,7	0	0	0,45	0	0	1,8	0	0	1,9	0	0
2032	1,75	50	50	0,5	50	50	1,85	50	50	1,95	50	50
2033	1,75	0	0	0,5	0	0	1,85	0	0	1,95	0	0
2034	1,75	0	0	0,5	0	0	1,85	0	0	1,95	0	0
2035	1,8	50	50	0,55	50	50	1,9	50	50	2	50	50
2036	1,8	0	0	0,55	0	0	1,9	0	0	2	0	0
2037	1,8	0	0	0,55	0	0	1,9	0	0	2	0	0

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018

Tabela 29 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural (*continuação*).

ANO	POPULAÇÃO RURAL								
	DISPERSA								
	RIACHO DO BOM PASTOR			SERROTE			SUCAVÃO		
	Extensão atual da Rede (km)		2,75	Extensão atual da Rede (km)		1,45	Extensão atual da Rede (km)		2,5
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)
2017	1,5	350		0,25	0		1,6	450	
2018	1,5	0	350	0,25	0	0	1,6	0	450
2019	1,5	0	0	0,25	0	0	1,6	0	0
2020	1,55	50	50	0,3	50	50	1,65	50	50
2021	1,55	0	0	0,3	0	0	1,65	0	0
2022	1,55	0	0	0,3	0	0	1,65	0	0
2023	1,6	50	50	0,35	50	50	1,7	50	50
2024	1,6	0	0	0,35	0	0	1,7	0	0
2025	1,6	0	0	0,35	0	0	1,7	0	0
2026	1,65	50	50	0,4	50	50	1,75	50	50
2027	1,65	0	0	0,4	0	0	1,75	0	0
2028	1,65	0	0	0,4	0	0	1,75	0	0
2029	1,7	50	50	0,45	50	50	1,8	50	50
2030	1,7	0	0	0,45	0	0	1,8	0	0
2031	1,7	0	0	0,45	0	0	1,8	0	0
2032	1,75	50	50	0,5	50	50	1,85	50	50
2033	1,75	0	0	0,5	0	0	1,85	0	0
2034	1,75	0	0	0,5	0	0	1,85	0	0
2035	1,8	50	50	0,55	50	50	1,9	50	50
2036	1,8	0	0	0,55	0	0	1,9	0	0
2037	1,8	0	0	0,55	0	0	1,9	0	0

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

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 de abastecimento de água da cidade, bem como a elaboração de estudo de viabilidade para implantação de sistema para atendimento das demandas das comunidades rurais, as quais não possuem atualmente sistema de abastecimento com rede de distribuição operante.

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 28 e Tabela 29.

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 a 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:

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

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 Montanhas foi diagnosticado um índice de perdas de 62% no ano de 2016, de acordo com SNIS, tal numero pode ser devido as instalações serem muito antiga, 1970, e foi relatado no diagnostico que há muito vazamento em diversos trechos devido a idade das instalações.

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, propõem-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 dar 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 Montanhas 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 Montanhas o consumo per capita identificado no diagnóstico foi de 99 L/hab.dia. Inexistindo meios para determinar os consumos, estes podem ser estimados conforme as diretrizes do Manual de Saneamento da FUNASA de 2015 (Tabela 30 e Tabela 31).

Tabela 30 - 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 31 - 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 32 e na Tabela 33, 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 500,00 m³ de água, este volume se apresenta suficiente para suportar a demanda até fim do plano. No que se refere às comunidades rurais, apenas as Comunidade Lagoa de Pedra, Comunidade Boa Esperança, Comunidade Capim Grosso, Comunidade Jurema e Comunidade Lagoa Nova possuem reservatório instalado, os quais apresentam volume de 10,00 m³, 5,00 m³, 5,00 m³, 5,00 m³ e 5,00 m³, respectivamente. Considerando a população de saturação, os reservatórios das Comunidades Capim Grosso, Jurema e Lagoa Nova já se mostraram suficientes, enquanto para a Comunidade Lagoa de Pedra e Boa Esperança será necessária ampliação da capacidade de reservação.

Tabela 32 - Demanda de reservação de água em função do crescimento natural da população urbana.

ANO	POPULAÇÃO URBANA					
	SEDE					
	Consumo per capita (L/hab.dia)	99	K1			1,2
	População (hab)	Perdas na distribuição (%)	Demanda máxima diária (m³/dia)	Reservação necessária (m³)	Reservação existente (m³)	Superávit (+) / Déficit (-)
2017	8959	62%	1064,3292	354,7764	500	145,2236
2018	8966	58%	1065,1608	355,0536	500	144,9464
2019	8973	54%	1065,9924	355,3308	500	144,6692
2020	8981	50%	1066,9428	355,6476	500	144,3524
2021	8989	46%	1067,8932	355,9644	500	144,0356
2022	8997	43%	1068,8436	356,2812	500	143,7188
2023	9006	40%	1069,9128	356,6376	500	143,3624
2024	9015	37%	1070,982	356,994	500	143,006
2025	9025	34%	1072,17	357,39	500	142,61
2026	9035	31%	1073,358	357,786	500	142,214
2027	9046	28%	1074,6648	358,2216	500	141,7784
2028	9058	25%	1076,0904	358,6968	500	141,3032
2029	9070	25%	1077,516	359,172	500	140,828
2030	9084	25%	1079,1792	359,7264	500	140,2736
2031	9101	25%	1081,1988	360,3996	500	139,6004
2032	9120	25%	1083,456	361,152	500	138,848
2033	9139	25%	1085,7132	361,9044	500	138,0956
2034	9161	25%	1088,3268	362,7756	500	137,2244
2035	9183	25%	1090,9404	363,6468	500	136,3532
2036	9208	25%	1093,9104	364,6368	500	135,3632
2037	9233	25%	1096,8804	365,6268	500	134,3732

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Tabela 33 - 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 (-)
AGLOME RADAS	LAGOA DE PEDRA	436	15%	47,088	15,696	10	-5,696
	BOA ESPERANÇA	519	15%	56,052	18,684	5	-13,684
DISPERSAS	RIACHO DE AREIAS	12	15%	1,296	0,432	0	-0,432
	BARBAÇO	47	15%	5,076	1,692	0	-1,692
	BARBATÃO	3	15%	0,324	0,108	0	-0,108
	CAMPO LOURO	5	15%	0,54	0,18	0	-0,18
	CAPIM GROSSO	35	15%	3,78	1,26	5	3,74
	CURIMATÃ	38	15%	4,104	1,368	0	-1,368
	GRAVATÁ	40	15%	4,32	1,44	0	-1,44
	INGÁ	82	15%	8,856	2,952	0	-2,952
	JUREMA	21	15%	2,268	0,756	5	4,244
	LAGOA DE DENTRO	43	15%	4,644	1,548	0	-1,548
	LAGOA DO LAMEIRO	25	15%	2,7	0,9	0	-0,9
	OFICINA	92	15%	9,936	3,312	0	-3,312
	CAMPESTRE	23	15%	2,484	0,828	0	-0,828
	RIACHÃO DOS CLEMENTES	19	15%	2,052	0,684	0	-0,684
	BOTAFOGO	80	15%	8,64	2,88	0	-2,88
	SALGADO	13	15%	1,404	0,468	0	-0,468
	SÃO MIGUEL	86	15%	9,288	3,096	0	-3,096
	LAGOA NOVA	92	15%	9,936	3,312	5	1,688
	RIACHO DO BOM PASTO	136	15%	14,688	4,896	0	-4,896
	SERROTE	84	15%	9,072	3,024	0	-3,024
	SUCAVÃO	155	15%	16,74	5,58	0	-5,58

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

É importante destacar que os reservatórios precisam também ser avaliados quanto às suas características de estrutura física, acesso e limpeza.

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 reserva aqui identificadas.

4.3.4 Estação elevatória de água tratada

Foi diagnosticada que o sistema de bombeamento adutor de Pedro Velho possui capacidade instalada de recalcar uma vazão de 295 m³/h (valor do bombeamento depois do tratamento), essa capacidade é suficiente para atender as demandas das economias ligadas ao sistema que demandam abastecimento a partir desse bombeamento, porém, o bombeamento é feito para mais dois municípios, por isso é necessário fazer um estudo mais detalhado e observar quanto de água é utilizado em Montanhas.

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 Montanhas, 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 adicionado 5% a vazão demandada. Para os sistemas que fazer uso de dessalinizador, é necessário considerar adicionar a vazão demanda 60% referente ao rejeito produzido pelo sistema.

Considerando-se o planejamento voltado ao atendimento universalizado para toda a área do município a Tabela 34 e a Tabela 35 apresentam as demandas de água a ser captada e tratada para abastecimento da população do Município de Montanhas.

Tabela 34 - 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)	99	K1	1,2	Qesp (L/s)	0,05
	População (hab)	Perdas na distribuição (%)	Q (L/s)	Capacidade Instalada (L/s)	Superávit (+) / Déficit (-)	
2017	8959	62%	12,368625	82	69,631375	
2018	8966	58%	12,37825	82	69,62175	
2019	8973	54%	12,387875	82	69,612125	
2020	8981	50%	12,398875	82	69,601125	
2021	8989	46%	12,409875	82	69,590125	
2022	8997	43%	12,420875	82	69,579125	
2023	9006	40%	12,43325	82	69,56675	
2024	9015	37%	12,445625	82	69,554375	
2025	9025	34%	12,459375	82	69,540625	
2026	9035	31%	12,473125	82	69,526875	
2027	9046	28%	12,48825	82	69,51175	
2028	9058	25%	12,50475	82	69,49525	
2029	9070	25%	12,52125	82	69,47875	
2030	9084	25%	12,5405	82	69,4595	
2031	9101	25%	12,563875	82	69,436125	
2032	9120	25%	12,59	82	69,41	
2033	9139	25%	12,616125	82	69,383875	
2034	9161	25%	12,646375	82	69,353625	
2035	9183	25%	12,676625	82	69,323375	
2036	9208	25%	12,711	82	69,289	
2037	9233	25%	12,745375	82	69,254625	

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Tabela 35 - 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
	População (hab)	Perdas na distribuição (%)	Q (L/s)	Capacidade Instalada (L/s)	Superávit (+) / Déficit (-)	
AGLOMERADAS	LAGOA DE PEDRA	436	15%	0,545	0	-0,545
	BOA ESPERANÇA	519	15%	0,64875	0	-0,64875
DISPERSAS	RIACHO DE AREIAS	12	15%	0,015	0	-0,015
	BARBAÇO	47	15%	0,05875	0	-0,05875
	BARBATÃO	3	15%	0,00375	0	-0,00375
	CAMPO LOURO	5	15%	0,00625	0	-0,00625
	CAPIM GROSSO	35	15%	0,04375	0	-0,04375
	CURIMATÃ	38	15%	0,0475	0	-0,0475
	GRAVATÁ	40	15%	0,05	0	-0,05
	INGÁ	82	15%	0,1025	0	-0,1025
	JUREMA	21	15%	0,02625	0	-0,02625
	LAGOA DE DENTRO	43	15%	0,05375	0	-0,05375
	LAGOA DO LAMEIRO	25	15%	0,03125	0	-0,03125
	OFICINA	92	15%	0,115	0	-0,115
	CAMPESTRE	23	15%	0,02875	0	-0,02875
	RIACHÃO DOS CLEMENTES	19	15%	0,02375	0	-0,02375
	BOTAFOGO	80	15%	0,1	0	-0,1
	SALGADO	13	15%	0,01625	0	-0,01625
	SÃO MIGUEL	86	15%	0,1075	0	-0,1075
	LAGOA NOVA	92	15%	0,115	0	-0,115
	RIACHO DO BOM PASTO	136	15%	0,17	0	-0,17
	SERROTE	84	15%	0,105	0	-0,105
	SUCAVÃO	155	15%	0,19375	0	-0,19375

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Para as localidades onde existem implantados sistema de abastecimento de água com rede de distribuição, deve ser buscado 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 as localidades desprovidas deste tipo de sistema, é necessário ser realizado em prazo imediato estudo de viabilidade técnica e

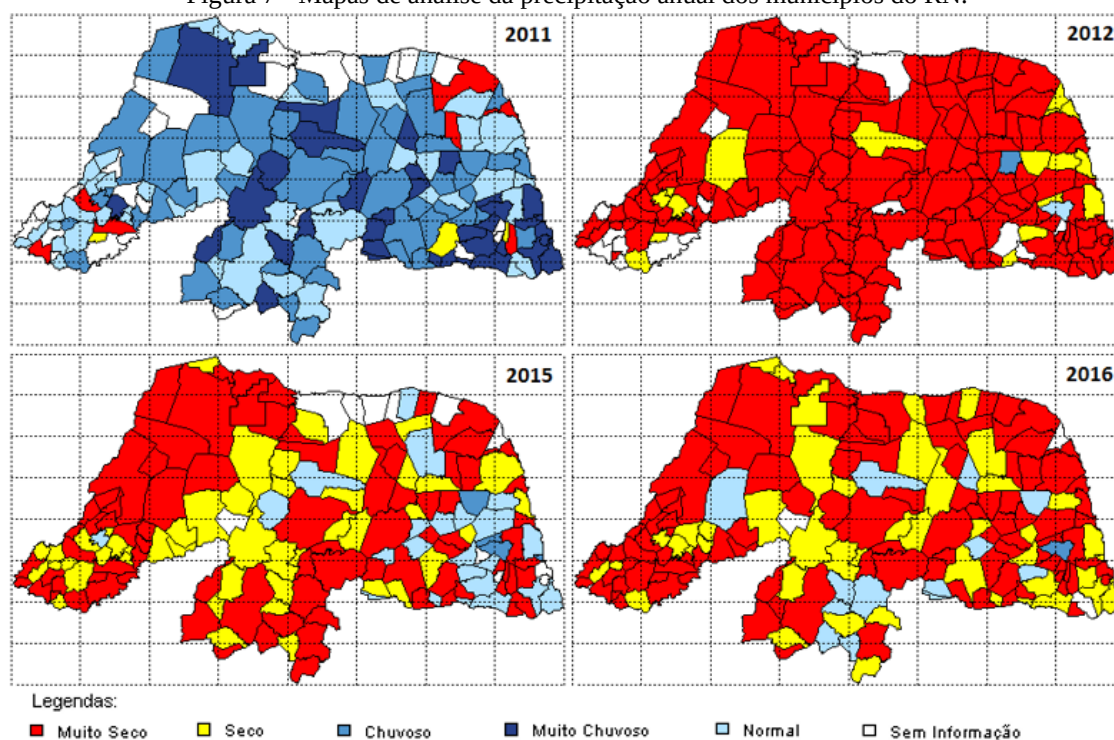
econômica para avaliar a melhor solução, compatível com a realidade local, para atendimento satisfatório da população atualmente desassistida.

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 Montanhas 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 7 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 7 - Mapas de análise da precipitação anual dos municípios do RN.



Fonte: Adaptado de EMPARN (2017).

A Tabela 36 apresenta os valores de precipitação média anual dos anos de 1963 a 2010 e o valor total anual dos últimos anos do município de Montanhas. Com isso é notório que a situação de baixas precipitações impacte diretamente na disponibilidade de água para o abastecimento.

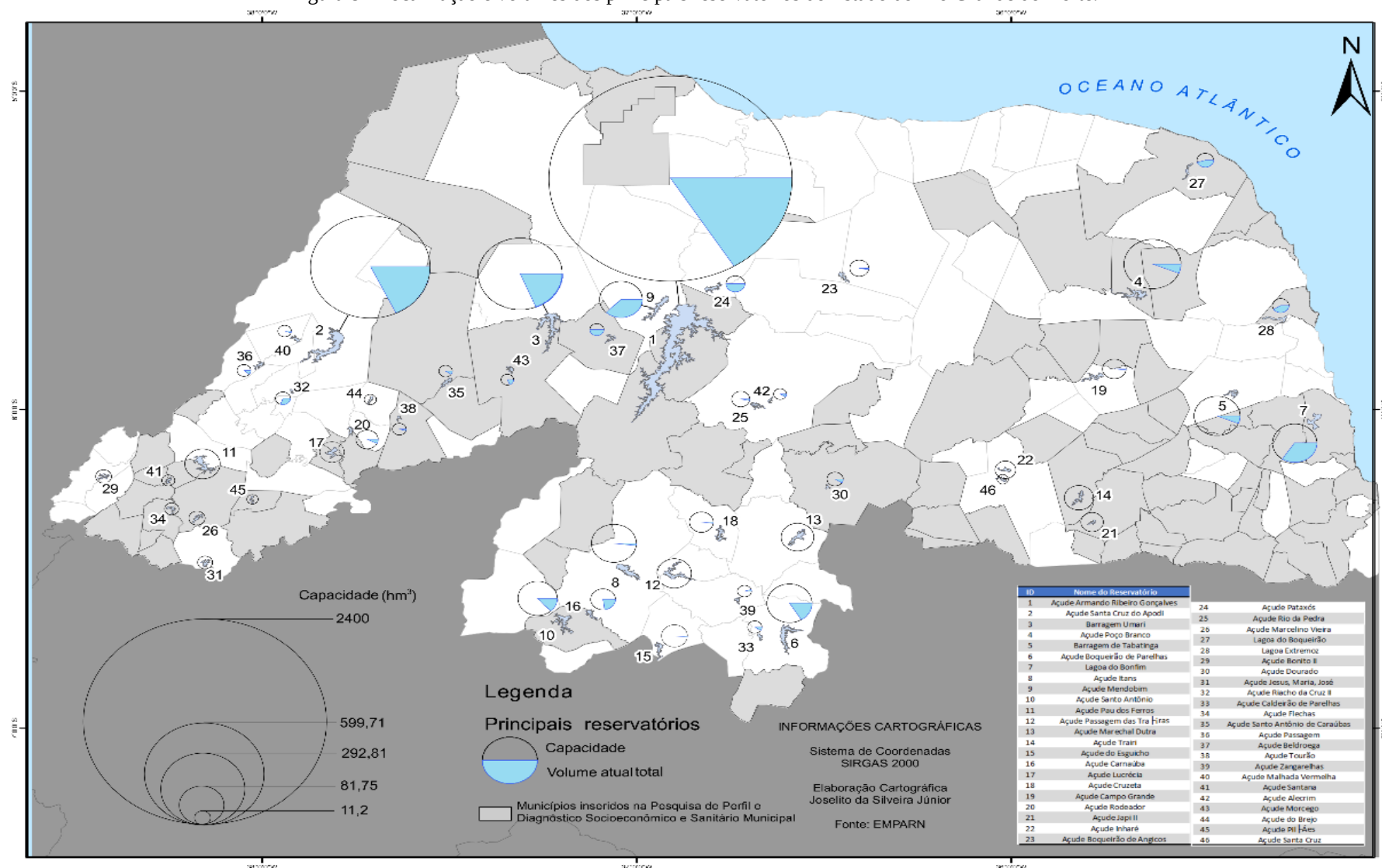
Tabela 36 - Dados de precipitação do município de Montanhas.

Precipitação média anual (1963 – 2010)	Precipitação anual (mm)					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
802,44	1336.9	537.6	929.4	831.1	850.1	609.2

Fonte: Adaptado de EMPARN (2017).

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 8 apresenta o mapa dos principais reservatórios utilizados no abastecimento de água do Estado e seus respectivos volumes.

Figura 8 - 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 Fecais, 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 36 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 37 - Valores dos índices de qualidade da água e do estado trófico dos principais mananciais do RN.

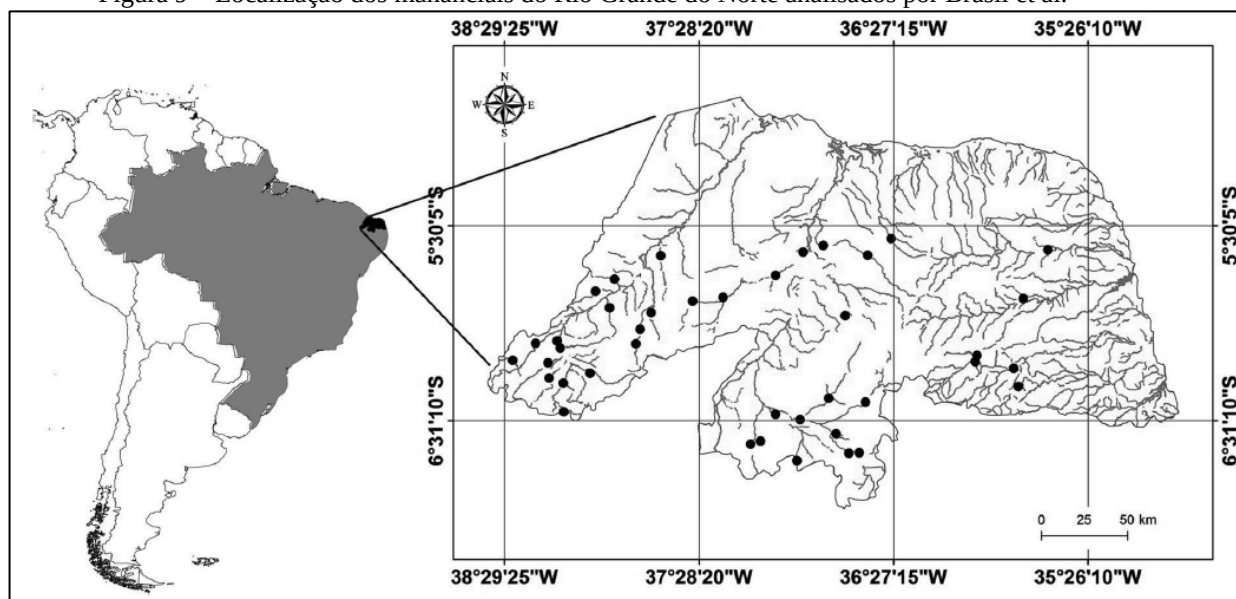
Manancial	Indicadores de qualidade			
	IQA		IET	
Barragem Armando Ribeiro Gonçalves (Itajá)	82,39	Bom	58,05	Mesotrófico
Barragem Armando Ribeiro Gonçalves (S. Rafael)	87,05	Bom	60,15	Eutrófico
Lagoa do Bonfim	79,84	Bom	53,41	Mesotrófico
Barragem Pau dos Ferros	66,50	Médio	73,70	Hipereutrófico
Barragem 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 37, 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 7 apresenta a localização dos mananciais analisados.

Figura 9 – Localização dos mananciais do Rio Grande do Norte analisados por Brasil et al.



Fonte: Brasil et al. (2016).

A Tabela 38 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 38, 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 38 – 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
Barragem Armando	Entrada da EB1 -	Jucurutu/RN	25/04/2017	24,6	1,37	<0,01 (*)	88,5	<1,0 (*)	7,33	9,27

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 SO4--)	Ph	Turbidez (uT)
				250 ⁽¹⁾	10	1	500	250	6 A 9	100
Ribeiro Gonçalves/AD. Médio oeste	Médio Oeste									
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).

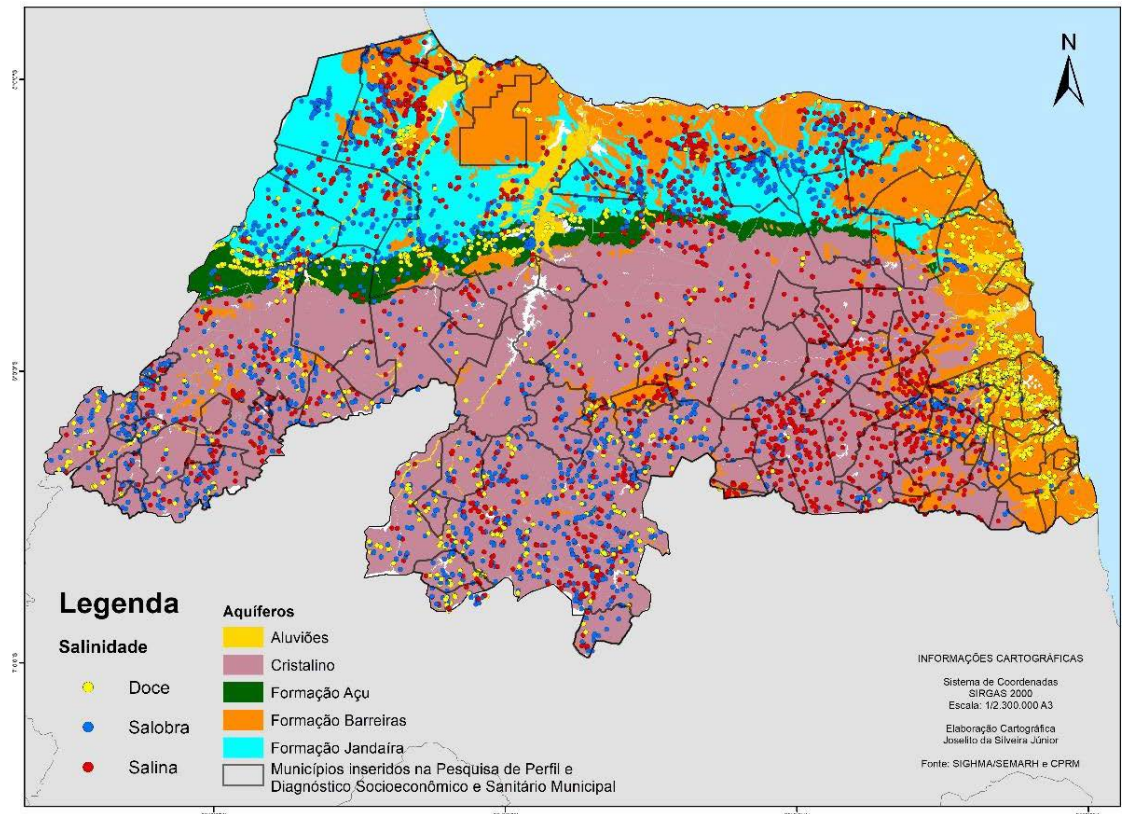
Nota: (1) Valores limites para classificação como água destinada para abastecimento humano após tratamento de acordo com a resolução CONAMA 357/2005. (2) Valores fora do limite permitido. (*) Menor que o limite de detecção.

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 Montanhas é o Rio Piquiri. 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.

Dos mananciais com maiores volumes próximos ao município de Montanhas, se destaca a possibilidade de abastecimento pelo sistema adutor Monsenhor Expedito, que se situa a uma distância aproximada de 60 quilômetros da sede do município. . O manancial possui a capacidade de 84.268.200,00 m³, mas, no momento se encontra com 44.601.544,00 m³, o que representa 52,93% da sua capacidade. Sugere-se incluir como possibilidade de abastecimento a exploração dos mananciais subterrâneos. O aquífero onde o município se encontra é o cristalino, conforme apresentado na Figura 10.

Figura 10 - 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 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 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 as 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, 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 39, Tabela 40e naTabela 41.

Tabela 39 - 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 – 3366 ligações 2025 – 3379 ligações 2029 – 3396 ligações 2037 – 3457 ligações	1. Reduzir o déficit de ligação; 2. Ampliar a micromedicação; 3. Prever a substituição dos hidrômetros instalados; Atualizar o cadastro comercial do SAA.	1. Imediato (até 2021) 2. Curto prazo (até 2025) 3. Curto prazo (até 2025) Curto prazo (até 2025)
Rede de distribuição	2021 – 33,66 km de rede 2025 – 33,79 km de rede 2029 – 33,96 km de rede 2037 – 34,57 km de rede	1. Ampliar a rede de distribuição; 2. Elaborar/atualizar o cadastro técnico das redes; 3. Adequar as redes já existentes; 4. Implantar a extensão da rede para bairro não atendidos devido à baixa pressão; 5. Definir a setorização do abastecimento.	1. Imediato (até 2021) 2. Curto prazo (até 2025) 3. Curto prazo (até 2025) 4. Curto prazo (até 2025) 5. Imediato (até 2021)
Reservação	2021 – 356 m³ de reservação 2025 – 357 m³ de reservação 2029 – 359 m³ de reservação 2037 – 366 m³ de reservação	1. Adotar macromedidores nos reservatórios; 2. Avaliar a estrutura física do reservatório; 3. Adotar uma rotina de limpeza nos reservatórios.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Imediato (até 2021)
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.).	1. Médio prazo (até 2029)
Produção de água tratada	2021 – 12,41 l/s de demanda hídrica 2025 – 12,46 l/s de demanda hídrica 2029 – 12,52 l/s de demanda hídrica 2037 – 12,75 l/s de demanda hídrica	1. Alcançar a demanda projetada no horizonte de planejamento; 2. Elaborar estudo de viabilidade técnica e econômica para atendimento da população desassistida.	1. Longo prazo (até 2037) 2. Médio prazo (até 2029)
Definição de alternativas de mananciais	-	1. Avaliar as possibilidades de mananciais alternativos próximos ao município	1. Curto prazo (até 2021)

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Tabela 40 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural Comunidades com sistema de abastecimento pela CAERN.

Comunidades abastecidas pela 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.	1. Imediato (até 2021)
Rede de distribuição	Sistema de abastecimento realizado pela CAERN	1. Estudo de viabilidade técnica e econômica de sistema para atendimento das demandas .	1. Imediato (até 2021)
Reservação	Sistema de abastecimento realizado pela CAERN	1. Aumento da capacidade de reservação de água através da construção de reservatórios	1. Curto Prazo (até 2025)
Estação elevatória de água tratada	Sistema de abastecimento realizado pela CAERN	1. Estudo de viabilidade técnica e econômica de sistema para atendimento das demandas.	1. Imediato (até 2021)
Produção de água tratada	Sistema de abastecimento realizado pela CAERN.	1. Elaborar estudo de viabilidade técnica e econômica para atendimento da população desassistida.	1. Imediato (até 2021)
Definição de alternativas de mananciais	-	1. Avaliar as possibilidades de mananciais alternativos próximos ao município.	1. Imediato (até 2021)

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Tabela 41 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural Comunidades com sistema de abastecimento por Sistema Individual

Comunidades abastecidas por sistema individual			
Componente do Sistema de abastecimento de água	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Ligações de água	Sistema de abastecimento realizado pelos próprios moradores ou por associação de moradores.	1. Estudo de viabilidade técnica e econômica de sistema para atendimento das demandas.	1. Imediato (até 2021)
Rede de distribuição	Sistema de abastecimento realizado pelos próprios moradores ou por associação de moradores.	1. Estudo de viabilidade técnica e econômica de sistema para atendimento das demandas .	1. Imediato (até 2021)
Reservação	Sistema de abastecimento realizado pelos próprios	1. Aumento da capacidade de reservação de água através da construção de reservatórios	1. Curto Prazo (até 2025)

	moradores ou por associação de moradores.		
Estação elevatória de água tratada	Sistema de abastecimento realizado pelos próprios moradores ou por associação de moradores.	1. Estudo de viabilidade técnica e econômica de sistema para atendimento das demandas.	1. Imediato (até 2021)
Produção de água tratada	Sistema de abastecimento realizado pelos próprios moradores ou por associação de moradores.	1. Elaborar estudo de viabilidade técnica e econômica para atendimento da população desassistida.	1. Imediato (até 2021)
Definição de alternativas de mananciais	-	1. Avaliar as possibilidades de mananciais alternativos próximos ao município.	1. Imediato (até 2021)

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

4.3.9 Previsão de eventos de emergência e contingência

Quando se avalia os sistemas de abastecimento de água do Município de Montanhas   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   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  gua.

Na Tabela 42 apresentam-se os principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de abastecimento de  gua.

Tabela 42 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de abastecimento de  gua.

Evento	Origem Possível
Interrupção do fornecimento de �gua	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 �gua; 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 PMSB Montanhas, 2018.

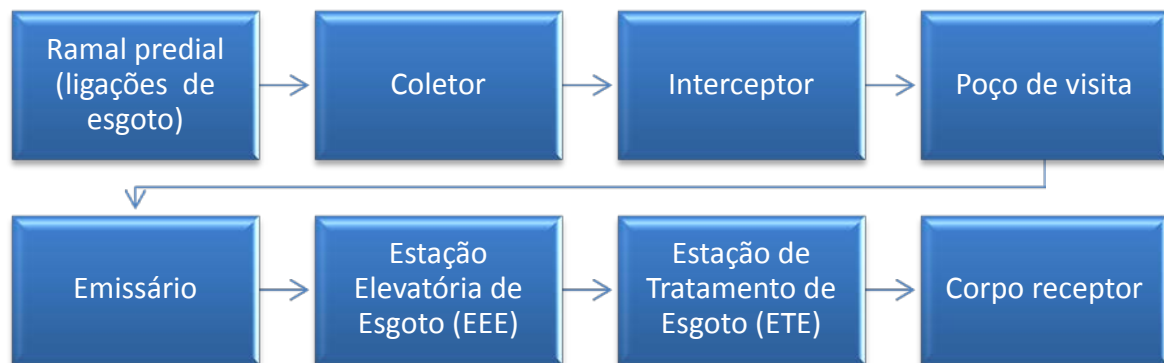
4.4 INFRAESTRUTURA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

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; 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, que 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 normalmente constituintes são apresentadas na Figura 11.

Figura 11 – Componentes constituintes de um Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2018.

O SES no município de Montanhas ainda é bastante deficitário, uma vez que não há rede coletora de esgoto e predomina-se somente o sistema de esgotamento individual caracterizado por fossas sépticas e sumidouros, fossas negras ou rudimentares.

O sistema de esgotamento é de responsabilidade da Prefeitura, no entanto existe o interesse de concessão dos serviços para a CAERN, a qual ainda não foi consolidada.

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 fixada 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 99 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 = 99 l/hab.dia;

C: coeficiente de retorno = 0,80;

Q_{inf} : vazão de infiltração.

Considerando que o consumo de água e, conseqüentemente, 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

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

- Vazão mínima de esgotos

$$Q_{\min} = \frac{P \times K_3 \times q_m \times C}{86400} \quad (17)$$

Em que:

$Q_{\max}$: vazão máxima de esgoto (l/s);

$Q_{\min}$: 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 = 99 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 Montanhas não possui rede coletora de esgotos. Assim, a extensão da rede necessária foi estimada a partir da rede de distribuição de água, sendo adotado

um valor de 10 m/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 100% da sede municipal. Na estimativa do número de ligações de esgoto considerou-se que a demanda é igual a de ligações de água. Na Tabela 42 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 Montanhas, considerou-se 10 metros de rede/ligação na sede, 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, de 2020 a 2023, 5% ao ano partir de 2024 até alcançar 100% de cobertura.

Tabela 43 –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)	0	Extensão Atual da Rede Coletora (km)	0	Estimativa de extensão de rede por nº de ligação	10	Cobertura atual (%)	0		
	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)
2017	3354	-3354	33,54	-33,54	0%	0%	0,00	0,00	0,00	0,00
2018	3357	-3	33,57	-0,03	0%	0%	0,00	0,00	0,00	0,00
2019	3360	-3	33,6	-0,03	0%	0%	0,00	0,00	0,00	0,00
2020	3363	-3	33,63	-0,03	10%	10%	336,30	-336,30	3,36	-3,36
2021	3366	-3	33,66	-0,03	10%	20%	673,20	-336,90	6,73	-3,37
2022	3369	-3	33,69	-0,03	10%	30%	1010,70	-337,50	10,11	-3,38
2023	3372	-3	33,72	-0,03	10%	40%	1348,80	-338,10	13,49	-3,38
2024	3375	-3	33,75	-0,03	5%	45%	1518,75	-169,95	15,19	-1,70
2025	3379	-4	33,79	-0,04	5%	50%	1689,50	-170,75	16,90	-1,71
2026	3383	-4	33,83	-0,04	5%	55%	1860,65	-171,15	18,61	-1,71
2027	3387	-4	33,87	-0,04	5%	60%	2032,20	-171,55	20,32	-1,72
2028	3392	-5	33,92	-0,05	5%	65%	2204,80	-172,60	22,05	-1,73
2029	3396	-4	33,96	-0,04	5%	70%	2377,20	-172,40	23,77	-1,72
2030	3401	-5	34,01	-0,05	5%	75%	2550,75	-173,55	25,51	-1,74
2031	3408	-7	34,08	-0,07	5%	80%	2726,40	-175,65	27,26	-1,76
2032	3415	-7	34,15	-0,07	5%	85%	2902,75	-176,35	29,03	-1,76
2033	3422	-7	34,22	-0,07	5%	90%	3079,80	-177,05	30,80	-1,77
2034	3430	-8	34,3	-0,08	5%	95%	3258,50	-178,70	32,59	-1,79
2035	3438	-8	34,38	-0,08	5%	100%	3438,00	-179,50	34,38	-1,80
2036	3448	-10	34,48	-0,1	0%	100%	3448,00	-10,00	34,48	-0,10
2037	3457	-9	34,57	-0,09	0%	100%	3457,00	-9,00	34,57	-0,09

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

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, 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 Montanhas, 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 44).

Como já apresentado no Diagnóstico, estima-se que no município de Montanhas até o ano de 2035 já esteja implantado o sistema público de esgotamento sanitário e coletando a vazão máxima diária de 32,34 l/s, atingindo o índice de cobertura de 100% e propiciando a universalização do serviço na sede municipal.

Tabela 44 – 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)	99	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)
2017	8959	0%	0	16,77	31,55235	4,1062083	24,982417
2018	8966	0%	0	16,785	31,5789	4,1094167	25,003833
2019	8973	0%	0	16,8	31,60545	4,112625	25,02525
2020	8981	10%	898,1	16,815	31,63365	4,1162917	25,047583
2021	8989	20%	1797,8	16,83	31,66185	4,1199583	25,069917
2022	8997	30%	2699,1	16,845	31,69005	4,123625	25,09225
2023	9006	40%	3602,4	16,86	31,7199	4,12775	25,1155
2024	9015	45%	4056,75	16,875	31,74975	4,131875	25,13875
2025	9025	50%	4512,5	16,895	31,78625	4,1364583	25,167917
2026	9035	55%	4969,25	16,915	31,82275	4,1410417	25,197083
2027	9046	60%	5427,6	16,935	31,8609	4,1460833	25,227167
2028	9058	65%	5887,7	16,96	31,9057	4,1515833	25,263167
2029	9070	70%	6349	16,98	31,9455	4,1570833	25,294167
2030	9084	75%	6813	17,005	31,9936	4,1635	25,332
2031	9101	80%	7280,8	17,04	32,05665	4,1712917	25,382583
2032	9120	85%	7752	17,075	32,123	4,18	25,435
2033	9139	90%	8225,1	17,11	32,18935	4,1887083	25,487417
2034	9161	95%	8702,95	17,15	32,26565	4,1987917	25,547583
2035	9183	100%	9183	17,19	32,34195	4,208875	25,60775
2036	9208	100%	9208	17,24	32,4332	4,2203333	25,680667
2037	9233	100%	9233	17,285	32,51945	4,2317917	25,748583

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018

4.4.1.1 Projeção das demandas de esgoto da área rural

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

Tabela 45– Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural.

ANO	POP. RURAL															
	AGLOMERADA								DISPERSA							
	LAGOA DE PEDRAS				BOA ESPERANÇA				RIACHO DE AREIAS				BARBAÇO			
	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
	Coefficiente de retorno	0,8	K3	0,5	Coefficiente de retorno	0,8	K3	0,5	Coefficiente de retorno	0,8	K3	0,5	Coefficiente 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)
2017	436	0,6540	0,1817	0,3633	519	0,7785	0,2163	0,4325	12	0,0180	0,0050	0,0100	47	0,0705	0,0196	0,0392
2018	422	0,6330	0,1758	0,3517	503	0,7545	0,2096	0,4192	12	0,0180	0,0050	0,0100	45	0,0675	0,0188	0,0375
2019	409	0,6135	0,1704	0,3408	487	0,7305	0,2029	0,4058	12	0,0180	0,0050	0,0100	44	0,0660	0,0183	0,0367
2020	397	0,5955	0,1654	0,3308	472	0,7080	0,1967	0,3933	11	0,0165	0,0046	0,0092	42	0,0630	0,0175	0,0350
2021	384	0,5760	0,1600	0,3200	457	0,6855	0,1904	0,3808	11	0,0165	0,0046	0,0092	41	0,0615	0,0171	0,0342
2022	371	0,5565	0,1546	0,3092	442	0,6630	0,1842	0,3683	11	0,0165	0,0046	0,0092	40	0,0600	0,0167	0,0333
2023	359	0,5385	0,1496	0,2992	428	0,6420	0,1783	0,3567	10	0,0150	0,0042	0,0083	38	0,0570	0,0158	0,0317
2024	347	0,5205	0,1446	0,2892	413	0,6195	0,1721	0,3442	10	0,0150	0,0042	0,0083	37	0,0555	0,0154	0,0308
2025	336	0,5040	0,1400	0,2800	400	0,6000	0,1667	0,3333	10	0,0150	0,0042	0,0083	36	0,0540	0,0150	0,0300
2026	324	0,4860	0,1350	0,2700	386	0,5790	0,1608	0,3217	9	0,0135	0,0038	0,0075	35	0,0525	0,0146	0,0292
2027	313	0,4695	0,1304	0,2608	372	0,5580	0,1550	0,3100	9	0,0135	0,0038	0,0075	33	0,0495	0,0138	0,0275
2028	302	0,4530	0,1258	0,2517	359	0,5385	0,1496	0,2992	9	0,0135	0,0038	0,0075	32	0,0480	0,0133	0,0267
2029	291	0,4365	0,1213	0,2425	346	0,5190	0,1442	0,2883	8	0,0120	0,0033	0,0067	31	0,0465	0,0129	0,0258
2030	280	0,4200	0,1167	0,2333	334	0,5010	0,1392	0,2783	8	0,0120	0,0033	0,0067	30	0,0450	0,0125	0,0250
2031	270	0,4050	0,1125	0,2250	321	0,4815	0,1338	0,2675	8	0,0120	0,0033	0,0067	29	0,0435	0,0121	0,0242
2032	260	0,3900	0,1083	0,2167	309	0,4635	0,1288	0,2575	7	0,0105	0,0029	0,0058	28	0,0420	0,0117	0,0233
2033	250	0,3750	0,1042	0,2083	298	0,4470	0,1242	0,2483	7	0,0105	0,0029	0,0058	27	0,0405	0,0113	0,0225
2034	241	0,3615	0,1004	0,2008	286	0,4290	0,1192	0,2383	7	0,0105	0,0029	0,0058	26	0,0390	0,0108	0,0217
2035	231	0,3465	0,0963	0,1925	275	0,4125	0,1146	0,2292	7	0,0105	0,0029	0,0058	25	0,0375	0,0104	0,0208
2036	222	0,3330	0,0925	0,1850	264	0,3960	0,1100	0,2200	6	0,0090	0,0025	0,0050	24	0,0360	0,0100	0,0200
2037	213	0,3195	0,0888	0,1775	253	0,3795	0,1054	0,2108	6	0,0090	0,0025	0,0050	23	0,0345	0,0096	0,0192

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Tabela 45 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural (*continuação*).

ANO	POP. RURAL															
	DISPERSA															
	BARBATÃO				CAMPO LOURO				CAPIM GROSSO				CURIMATÃ			
	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
	Coefficiente de retorno	0,8	K3	0,5	Coefficiente de retorno	0,8	K3	0,5	Coefficiente de retorno	0,8	K3	0,5	Coefficiente 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)
2017	436	0,6540	0,1817	0,3633	519	0,7785	0,2163	0,4325	12	0,0180	0,0050	0,0100	47	0,0705	0,0196	0,0392
2018	422	0,6330	0,1758	0,3517	503	0,7545	0,2096	0,4192	12	0,0180	0,0050	0,0100	45	0,0675	0,0188	0,0375
2019	409	0,6135	0,1704	0,3408	487	0,7305	0,2029	0,4058	12	0,0180	0,0050	0,0100	44	0,0660	0,0183	0,0367
2020	397	0,5955	0,1654	0,3308	472	0,7080	0,1967	0,3933	11	0,0165	0,0046	0,0092	42	0,0630	0,0175	0,0350
2021	384	0,5760	0,1600	0,3200	457	0,6855	0,1904	0,3808	11	0,0165	0,0046	0,0092	41	0,0615	0,0171	0,0342
2022	371	0,5565	0,1546	0,3092	442	0,6630	0,1842	0,3683	11	0,0165	0,0046	0,0092	40	0,0600	0,0167	0,0333
2023	359	0,5385	0,1496	0,2992	428	0,6420	0,1783	0,3567	10	0,0150	0,0042	0,0083	38	0,0570	0,0158	0,0317
2024	347	0,5205	0,1446	0,2892	413	0,6195	0,1721	0,3442	10	0,0150	0,0042	0,0083	37	0,0555	0,0154	0,0308
2025	336	0,5040	0,1400	0,2800	400	0,6000	0,1667	0,3333	10	0,0150	0,0042	0,0083	36	0,0540	0,0150	0,0300
2026	324	0,4860	0,1350	0,2700	386	0,5790	0,1608	0,3217	9	0,0135	0,0038	0,0075	35	0,0525	0,0146	0,0292
2027	313	0,4695	0,1304	0,2608	372	0,5580	0,1550	0,3100	9	0,0135	0,0038	0,0075	33	0,0495	0,0138	0,0275
2028	302	0,4530	0,1258	0,2517	359	0,5385	0,1496	0,2992	9	0,0135	0,0038	0,0075	32	0,0480	0,0133	0,0267
2029	291	0,4365	0,1213	0,2425	346	0,5190	0,1442	0,2883	8	0,0120	0,0033	0,0067	31	0,0465	0,0129	0,0258
2030	280	0,4200	0,1167	0,2333	334	0,5010	0,1392	0,2783	8	0,0120	0,0033	0,0067	30	0,0450	0,0125	0,0250
2031	270	0,4050	0,1125	0,2250	321	0,4815	0,1338	0,2675	8	0,0120	0,0033	0,0067	29	0,0435	0,0121	0,0242
2032	260	0,3900	0,1083	0,2167	309	0,4635	0,1288	0,2575	7	0,0105	0,0029	0,0058	28	0,0420	0,0117	0,0233
2033	250	0,3750	0,1042	0,2083	298	0,4470	0,1242	0,2483	7	0,0105	0,0029	0,0058	27	0,0405	0,0113	0,0225
2034	241	0,3615	0,1004	0,2008	286	0,4290	0,1192	0,2383	7	0,0105	0,0029	0,0058	26	0,0390	0,0108	0,0217
2035	231	0,3465	0,0963	0,1925	275	0,4125	0,1146	0,2292	7	0,0105	0,0029	0,0058	25	0,0375	0,0104	0,0208
2036	222	0,3330	0,0925	0,1850	264	0,3960	0,1100	0,2200	6	0,0090	0,0025	0,0050	24	0,0360	0,0100	0,0200
2037	213	0,3195	0,0888	0,1775	253	0,3795	0,1054	0,2108	6	0,0090	0,0025	0,0050	23	0,0345	0,0096	0,0192

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018

Tabela 45 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural (*continuação*).

ANO	POP. RURAL															
	DISPERSA															
	GRAVATÁ				INGÁ				JUREMA				LAGOA DE DENTRO			
	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)
2017	40	0,0600	0,0167	0,0333	82	0,1230	0,0342	0,0683	21	0,0315	0,0088	0,0175	43	0,0645	0,0179	0,0358
2018	39	0,0585	0,0163	0,0325	79	0,1185	0,0329	0,0658	21	0,0315	0,0088	0,0175	42	0,0630	0,0175	0,0350
2019	37	0,0555	0,0154	0,0308	77	0,1155	0,0321	0,0642	20	0,0300	0,0083	0,0167	41	0,0615	0,0171	0,0342
2020	36	0,0540	0,0150	0,0300	74	0,1110	0,0308	0,0617	19	0,0285	0,0079	0,0158	39	0,0585	0,0163	0,0325
2021	35	0,0525	0,0146	0,0292	72	0,1080	0,0300	0,0600	19	0,0285	0,0079	0,0158	38	0,0570	0,0158	0,0317
2022	34	0,0510	0,0142	0,0283	69	0,1035	0,0288	0,0575	18	0,0270	0,0075	0,0150	37	0,0555	0,0154	0,0308
2023	33	0,0495	0,0138	0,0275	67	0,1005	0,0279	0,0558	18	0,0270	0,0075	0,0150	36	0,0540	0,0150	0,0300
2024	32	0,0480	0,0133	0,0267	65	0,0975	0,0271	0,0542	17	0,0255	0,0071	0,0142	34	0,0510	0,0142	0,0283
2025	31	0,0465	0,0129	0,0258	63	0,0945	0,0263	0,0525	16	0,0240	0,0067	0,0133	33	0,0495	0,0138	0,0275
2026	30	0,0450	0,0125	0,0250	61	0,0915	0,0254	0,0508	16	0,0240	0,0067	0,0133	32	0,0480	0,0133	0,0267
2027	29	0,0435	0,0121	0,0242	59	0,0885	0,0246	0,0492	15	0,0225	0,0063	0,0125	31	0,0465	0,0129	0,0258
2028	28	0,0420	0,0117	0,0233	56	0,0840	0,0233	0,0467	15	0,0225	0,0063	0,0125	30	0,0450	0,0125	0,0250
2029	27	0,0405	0,0113	0,0225	54	0,0810	0,0225	0,0450	14	0,0210	0,0058	0,0117	29	0,0435	0,0121	0,0242
2030	26	0,0390	0,0108	0,0217	52	0,0780	0,0217	0,0433	14	0,0210	0,0058	0,0117	28	0,0420	0,0117	0,0233
2031	25	0,0375	0,0104	0,0208	51	0,0765	0,0213	0,0425	13	0,0195	0,0054	0,0108	27	0,0405	0,0113	0,0225
2032	24	0,0360	0,0100	0,0200	49	0,0735	0,0204	0,0408	13	0,0195	0,0054	0,0108	26	0,0390	0,0108	0,0217
2033	23	0,0345	0,0096	0,0192	47	0,0705	0,0196	0,0392	12	0,0180	0,0050	0,0100	25	0,0375	0,0104	0,0208
2034	22	0,0330	0,0092	0,0183	45	0,0675	0,0188	0,0375	12	0,0180	0,0050	0,0100	24	0,0360	0,0100	0,0200
2035	21	0,0315	0,0088	0,0175	43	0,0645	0,0179	0,0358	11	0,0165	0,0046	0,0092	23	0,0345	0,0096	0,0192
2036	20	0,0300	0,0083	0,0167	42	0,0630	0,0175	0,0350	11	0,0165	0,0046	0,0092	22	0,0330	0,0092	0,0183
2037	19	0,0285	0,0079	0,0158	40	0,0600	0,0167	0,0333	10	0,0150	0,0042	0,0083	21	0,0315	0,0088	0,0175

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018

Tabela 45 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural (*continuação*).

ANO	POP. RURAL															
	DISPERSA															
	LOGOA DO MELADO				OFICINA				CAMPESTRE				RIACHÃO DOS CLEMENTES			
	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
	Coefficiente de retorno	0,8	K3	0,5	Coefficiente de retorno	0,8	K3	0,5	Coefficiente de retorno	0,8	K3	0,5	Coefficiente 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)
2017	25	0,0375	0,0104	0,0208	92	0,1380	0,0383	0,0767	23	0,0345	0,0096	0,0192	19	0,0285	0,0079	0,0158
2018	24	0,0360	0,0100	0,0200	90	0,1350	0,0375	0,0750	23	0,0345	0,0096	0,0192	19	0,0285	0,0079	0,0158
2019	23	0,0345	0,0096	0,0192	87	0,1305	0,0363	0,0725	22	0,0330	0,0092	0,0183	18	0,0270	0,0075	0,0150
2020	22	0,0330	0,0092	0,0183	84	0,1260	0,0350	0,0700	21	0,0315	0,0088	0,0175	17	0,0255	0,0071	0,0142
2021	22	0,0330	0,0092	0,0183	82	0,1230	0,0342	0,0683	21	0,0315	0,0088	0,0175	17	0,0255	0,0071	0,0142
2022	21	0,0315	0,0088	0,0175	79	0,1185	0,0329	0,0658	20	0,0300	0,0083	0,0167	16	0,0240	0,0067	0,0133
2023	20	0,0300	0,0083	0,0167	76	0,1140	0,0317	0,0633	19	0,0285	0,0079	0,0158	16	0,0240	0,0067	0,0133
2024	20	0,0300	0,0083	0,0167	74	0,1110	0,0308	0,0617	19	0,0285	0,0079	0,0158	15	0,0225	0,0063	0,0125
2025	19	0,0285	0,0079	0,0158	71	0,1065	0,0296	0,0592	18	0,0270	0,0075	0,0150	15	0,0225	0,0063	0,0125
2026	18	0,0270	0,0075	0,0150	69	0,1035	0,0288	0,0575	17	0,0255	0,0071	0,0142	14	0,0210	0,0058	0,0117
2027	18	0,0270	0,0075	0,0150	66	0,0990	0,0275	0,0550	17	0,0255	0,0071	0,0142	14	0,0210	0,0058	0,0117
2028	17	0,0255	0,0071	0,0142	64	0,0960	0,0267	0,0533	16	0,0240	0,0067	0,0133	13	0,0195	0,0054	0,0108
2029	16	0,0240	0,0067	0,0133	62	0,0930	0,0258	0,0517	16	0,0240	0,0067	0,0133	13	0,0195	0,0054	0,0108
2030	16	0,0240	0,0067	0,0133	59	0,0885	0,0246	0,0492	15	0,0225	0,0063	0,0125	12	0,0180	0,0050	0,0100
2031	15	0,0225	0,0063	0,0125	57	0,0855	0,0238	0,0475	14	0,0210	0,0058	0,0117	12	0,0180	0,0050	0,0100
2032	15	0,0225	0,0063	0,0125	55	0,0825	0,0229	0,0458	14	0,0210	0,0058	0,0117	11	0,0165	0,0046	0,0092
2033	14	0,0210	0,0058	0,0117	53	0,0795	0,0221	0,0442	13	0,0195	0,0054	0,0108	11	0,0165	0,0046	0,0092
2034	14	0,0210	0,0058	0,0117	51	0,0765	0,0213	0,0425	13	0,0195	0,0054	0,0108	11	0,0165	0,0046	0,0092
2035	13	0,0195	0,0054	0,0108	49	0,0735	0,0204	0,0408	12	0,0180	0,0050	0,0100	10	0,0150	0,0042	0,0083
2036	13	0,0195	0,0054	0,0108	47	0,0705	0,0196	0,0392	12	0,0180	0,0050	0,0100	10	0,0150	0,0042	0,0083
2037	12	0,0180	0,0050	0,0100	45	0,0675	0,0188	0,0375	11	0,0165	0,0046	0,0092	9	0,0135	0,0038	0,0075

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018

Tabela 45 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural (*continuação*).

ANO	POP. RURAL															
	DISPERSA															
	BOTAFOGO				SALGADO				SÃO MIGUEL				LAGOA NOVA			
	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
	Coefficiente de retorno	0,8	K3	0,5	Coefficiente de retorno	0,8	K3	0,5	Coefficiente de retorno	0,8	K3	0,5	Coefficiente 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)
2017	80	0,1200	0,0333	0,0667	13	0,0195	0,0054	0,0108	86	0,1290	0,0358	0,0717	92	0,1380	0,0383	0,0767
2018	78	0,1170	0,0325	0,0650	13	0,0195	0,0054	0,0108	83	0,1245	0,0346	0,0692	89	0,1335	0,0371	0,0742
2019	75	0,1125	0,0313	0,0625	12	0,0180	0,0050	0,0100	80	0,1200	0,0333	0,0667	86	0,1290	0,0358	0,0717
2020	73	0,1095	0,0304	0,0608	12	0,0180	0,0050	0,0100	78	0,1170	0,0325	0,0650	84	0,1260	0,0350	0,0700
2021	71	0,1065	0,0296	0,0592	11	0,0165	0,0046	0,0092	75	0,1125	0,0313	0,0625	81	0,1215	0,0338	0,0675
2022	68	0,1020	0,0283	0,0567	11	0,0165	0,0046	0,0092	73	0,1095	0,0304	0,0608	78	0,1170	0,0325	0,0650
2023	66	0,0990	0,0275	0,0550	11	0,0165	0,0046	0,0092	71	0,1065	0,0296	0,0592	76	0,1140	0,0317	0,0633
2024	64	0,0960	0,0267	0,0533	10	0,0150	0,0042	0,0083	68	0,1020	0,0283	0,0567	73	0,1095	0,0304	0,0608
2025	62	0,0930	0,0258	0,0517	10	0,0150	0,0042	0,0083	66	0,0990	0,0275	0,0550	71	0,1065	0,0296	0,0592
2026	60	0,0900	0,0250	0,0500	10	0,0150	0,0042	0,0083	64	0,0960	0,0267	0,0533	68	0,1020	0,0283	0,0567
2027	58	0,0870	0,0242	0,0483	9	0,0135	0,0038	0,0075	61	0,0915	0,0254	0,0508	66	0,0990	0,0275	0,0550
2028	56	0,0840	0,0233	0,0467	9	0,0135	0,0038	0,0075	59	0,0885	0,0246	0,0492	64	0,0960	0,0267	0,0533
2029	54	0,0810	0,0225	0,0450	9	0,0135	0,0038	0,0075	57	0,0855	0,0238	0,0475	61	0,0915	0,0254	0,0508
2030	52	0,0780	0,0217	0,0433	8	0,0120	0,0033	0,0067	55	0,0825	0,0229	0,0458	59	0,0885	0,0246	0,0492
2031	50	0,0750	0,0208	0,0417	8	0,0120	0,0033	0,0067	53	0,0795	0,0221	0,0442	57	0,0855	0,0238	0,0475
2032	48	0,0720	0,0200	0,0400	8	0,0120	0,0033	0,0067	51	0,0765	0,0213	0,0425	55	0,0825	0,0229	0,0458
2033	46	0,0690	0,0192	0,0383	7	0,0105	0,0029	0,0058	49	0,0735	0,0204	0,0408	53	0,0795	0,0221	0,0442
2034	44	0,0660	0,0183	0,0367	7	0,0105	0,0029	0,0058	47	0,0705	0,0196	0,0392	51	0,0765	0,0213	0,0425
2035	43	0,0645	0,0179	0,0358	7	0,0105	0,0029	0,0058	45	0,0675	0,0188	0,0375	49	0,0735	0,0204	0,0408
2036	41	0,0615	0,0171	0,0342	7	0,0105	0,0029	0,0058	44	0,0660	0,0183	0,0367	47	0,0705	0,0196	0,0392
2037	39	0,0585	0,0163	0,0325	6	0,0090	0,0025	0,0050	42	0,0630	0,0175	0,0350	45	0,0675	0,0188	0,0375

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018

Tabela 45 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural (*continuação*).

ANO	POP. RURAL											
	DISPERSA											
	RIACHO DO BOM PASTOR				SERROTE				SUCAVÃO			
	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)
2017	80	0,1200	0,0333	0,0667	13	0,0195	0,0054	0,0108	86	0,1290	0,0358	0,0717
2018	78	0,1170	0,0325	0,0650	13	0,0195	0,0054	0,0108	83	0,1245	0,0346	0,0692
2019	75	0,1125	0,0313	0,0625	12	0,0180	0,0050	0,0100	80	0,1200	0,0333	0,0667
2020	73	0,1095	0,0304	0,0608	12	0,0180	0,0050	0,0100	78	0,1170	0,0325	0,0650
2021	71	0,1065	0,0296	0,0592	11	0,0165	0,0046	0,0092	75	0,1125	0,0313	0,0625
2022	68	0,1020	0,0283	0,0567	11	0,0165	0,0046	0,0092	73	0,1095	0,0304	0,0608
2023	66	0,0990	0,0275	0,0550	11	0,0165	0,0046	0,0092	71	0,1065	0,0296	0,0592
2024	64	0,0960	0,0267	0,0533	10	0,0150	0,0042	0,0083	68	0,1020	0,0283	0,0567
2025	62	0,0930	0,0258	0,0517	10	0,0150	0,0042	0,0083	66	0,0990	0,0275	0,0550
2026	60	0,0900	0,0250	0,0500	10	0,0150	0,0042	0,0083	64	0,0960	0,0267	0,0533
2027	58	0,0870	0,0242	0,0483	9	0,0135	0,0038	0,0075	61	0,0915	0,0254	0,0508
2028	56	0,0840	0,0233	0,0467	9	0,0135	0,0038	0,0075	59	0,0885	0,0246	0,0492
2029	54	0,0810	0,0225	0,0450	9	0,0135	0,0038	0,0075	57	0,0855	0,0238	0,0475
2030	52	0,0780	0,0217	0,0433	8	0,0120	0,0033	0,0067	55	0,0825	0,0229	0,0458
2031	50	0,0750	0,0208	0,0417	8	0,0120	0,0033	0,0067	53	0,0795	0,0221	0,0442
2032	48	0,0720	0,0200	0,0400	8	0,0120	0,0033	0,0067	51	0,0765	0,0213	0,0425
2033	46	0,0690	0,0192	0,0383	7	0,0105	0,0029	0,0058	49	0,0735	0,0204	0,0408
2034	44	0,0660	0,0183	0,0367	7	0,0105	0,0029	0,0058	47	0,0705	0,0196	0,0392
2035	43	0,0645	0,0179	0,0358	7	0,0105	0,0029	0,0058	45	0,0675	0,0188	0,0375
2036	41	0,0615	0,0171	0,0342	7	0,0105	0,0029	0,0058	44	0,0660	0,0183	0,0367
2037	39	0,0585	0,0163	0,0325	6	0,0090	0,0025	0,0050	42	0,0630	0,0175	0,0350

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018

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 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 atinja a cobertura de 100%, seja por sistema individual ou coletivo, de acordo com a viabilidade em longo prazo. Portanto, para a adequação do esgotamento sanitário na zona rural, propõem-se as seguintes medidas para o Plano Municipal de Saneamento Básico:

- 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 adequem 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, 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 munícipes, 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 adequem 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 fecais (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:

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

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.

$$concentração = carga/vazão \quad (19)$$

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.

ADBO 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' gua.

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 patog nicos, 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 fecais, 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*)   a principal bactéria do grupo de coliformes termotolerantes, sendo abundante nas fezes humanas e animais, e a única que d  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 fecais 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 fecais para efeitos de cáculo 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 46).

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)   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 46 - 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 47.

Tabela 47- 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, wetlands 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	Compreende o tanque aerado por difusores de ar, chamado de reator
----------------	---

convencional	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.

Na Tabela 48 apresentam-se as eficiências típicas de diversos sistemas de tratamento aplicados a esgotos predominantemente domésticos.

Tabela 48 - Eficiências típicas de diversos sistemas de tratamento de esgotos na remoção de DBO e Coliformes.

SISTEMAS DE TRATAMENTO	EFICIÊNCIA NA REMOÇÃO (%)
------------------------	---------------------------

	DBO	Coliformes fecais
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: 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 fecais, do município de Montanhas, utilizaram-se as eficiências médias típicas de remoção e parâmetros bibliográficos, como a concentração de organismos em esgotos (Tabela 49). 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.

Tabela 49 - Parâmetros de eficiência adotados no PMSB de Montanhas.

Tipo de Tratamento	Eficiência na Remoção de DBO	Eficiência na Remoção de Coliformes Fecais
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 PMSB Montanhas, 2018

A previsão de carga orgânica diária de DBO e de coliformes fecais para o município de Montanhas foi estimada conforme a projeção populacional e as cargas *per capita*. Estimaram-se também os valores de DBO e de coliformes fecais diários sem e com tratamento (de acordo com a porcentagem de eficiência do tratamento) –Tabela 50No cálculo das concentrações de DBO e de coliformes fecais, considerou-se a vazão média e a carga orgânica diária, conforme Equação 19 (Tabela 51).

Tabela 50 – Estimativa da carga orgânica e remoção de DBO e Coliformes Fecais, 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 fecais (org/hab.dia)	Esgoto Bruto (Carga)		Tratamento Preliminar		Tratamento Primário	
							DBO (kg/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (kg/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (kg/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)
2017	8959	0%	0	2158,48	54	1,0E+11	483,79	9,0E+14	0,00	0,0E+00	0,00	0,0E+00
2018	8966	0%	0	2160,33	54	1,0E+11	484,16	9,0E+14	0,00	0,0E+00	0,00	0,0E+00
2019	8973	0%	0	2162,18	54	1,0E+11	484,54	9,0E+14	0,00	0,0E+00	0,00	0,0E+00
2020	8981	10%	898	2164,11	54	1,0E+11	484,97	9,0E+14	2,42	0,0E+00	16,97	3,1E+13
2021	8989	20%	1798	2166,04	54	1,0E+11	485,41	9,0E+14	4,85	0,0E+00	33,98	6,3E+13
2022	8997	30%	2699	2167,97	54	1,0E+11	485,84	9,0E+14	7,29	0,0E+00	51,01	9,4E+13
2023	9006	40%	3602	2169,98	54	1,0E+11	486,32	9,0E+14	9,73	0,0E+00	68,09	1,3E+14
2024	9015	45%	4057	2171,99	54	1,0E+11	486,81	9,0E+14	10,95	0,0E+00	76,67	1,4E+14
2025	9025	50%	4513	2174,51	54	1,0E+11	487,35	9,0E+14	12,18	0,0E+00	85,29	1,6E+14
2026	9035	55%	4969	2177,03	54	1,0E+11	487,89	9,0E+14	13,42	0,0E+00	93,92	1,7E+14
2027	9046	60%	5428	2179,63	54	1,0E+11	488,48	9,0E+14	14,65	0,0E+00	102,58	1,9E+14
2028	9058	65%	5888	2182,74	54	1,0E+11	489,13	9,1E+14	15,90	0,0E+00	111,28	2,1E+14
2029	9070	70%	6349	2185,42	54	1,0E+11	489,78	9,1E+14	17,14	0,0E+00	120,00	2,2E+14
2030	9084	75%	6813	2188,68	54	1,0E+11	490,54	9,1E+14	18,40	0,0E+00	128,77	2,4E+14
2031	9101	80%	7281	2193,06	54	1,0E+11	491,45	9,1E+14	19,66	0,0E+00	137,61	2,5E+14
2032	9120	85%	7752	2197,58	54	1,0E+11	492,48	9,1E+14	20,93	0,0E+00	146,51	2,7E+14
2033	9139	90%	8225	2202,11	54	1,0E+11	493,51	9,1E+14	22,21	0,0E+00	155,45	2,9E+14
2034	9161	95%	8703	2207,31	54	1,0E+11	494,69	9,2E+14	23,50	0,0E+00	164,49	3,0E+14
2035	9183	100%	9183	2212,51	54	1,0E+11	495,88	9,2E+14	24,79	0,0E+00	173,56	3,2E+14
2036	9208	100%	9208	2218,81	54	1,0E+11	497,23	9,2E+14	24,86	0,0E+00	174,03	3,2E+14
2037	9233	100%	9233	2224,68	54	1,0E+11	498,58	9,2E+14	24,93	0,0E+00	174,50	3,2E+14

Fonte: Comitê executivo PMSB de Montanhas, 2018.

Tabela 50 – Estimativa da carga orgânica e remoção de DBO e Coliformes Fecais, 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		Reator Biológico		UASB		UASB seguido de Lagoa	
	DBO (kg/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (kg/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (kg/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (kg/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (kg/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (kg/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (kg/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)
2017	0,00	0,0E+00	0,00	0,0E+00	0,00	0,0E+00	0	0,0E+00	0	0,0E+00	0	0,0E+00	0	0,0E+00
2018	0,00	0,0E+00	0,00	0,0E+00	0,00	0,0E+00	0	0,0E+00	0	0,0E+00	0	0,0E+00	0	0,0E+00
2019	0,00	0,0E+00	0,00	0,0E+00	0,00	0,0E+00	0	0,0E+00	0	0,0E+00	0	0,0E+00	0	0,0E+00
2020	33,46	8,7E+13	33,46	8,9E+13	38,80	8,9E+13	43,64766	8,1E+13	43,64766	7,2E+13	33,94818	7,2E+13	43,64766	8,9E+13
2021	66,99	1,7E+14	66,99	1,8E+14	77,66	1,8E+14	87,37308	1,6E+14	87,37308	1,4E+14	67,95684	1,4E+14	87,37308	1,8E+14
2022	100,57	2,6E+14	100,57	2,7E+14	116,60	2,7E+14	131,17626	2,4E+14	131,17626	2,2E+14	102,02598	2,2E+14	131,17626	2,7E+14
2023	134,23	3,5E+14	134,23	3,6E+14	155,62	3,6E+14	175,07664	3,2E+14	175,07664	2,9E+14	136,17072	2,9E+14	175,07664	3,6E+14
2024	151,15	3,9E+14	151,15	4,0E+14	175,25	4,0E+14	197,15805	3,7E+14	197,15805	3,2E+14	153,34515	3,2E+14	197,15805	4,0E+14
2025	168,14	4,4E+14	168,14	4,5E+14	194,94	4,5E+14	219,3075	4,1E+14	219,3075	3,6E+14	170,5725	3,6E+14	219,3075	4,5E+14
2026	185,15	4,8E+14	185,15	4,9E+14	214,67	4,9E+14	241,50555	4,5E+14	241,50555	4,0E+14	187,83765	4,0E+14	241,50555	4,9E+14
2027	202,23	5,3E+14	202,23	5,4E+14	234,47	5,4E+14	263,78136	4,9E+14	263,78136	4,3E+14	205,16328	4,3E+14	263,78136	5,4E+14
2028	219,38	5,7E+14	219,38	5,8E+14	254,35	5,8E+14	286,14222	5,3E+14	286,14222	4,7E+14	222,55506	4,7E+14	286,14222	5,8E+14
2029	236,56	6,2E+14	236,56	6,3E+14	274,28	6,3E+14	308,5614	5,7E+14	308,5614	5,1E+14	239,9922	5,1E+14	308,5614	6,3E+14
2030	253,85	6,6E+14	253,85	6,8E+14	294,32	6,7E+14	331,1118	6,1E+14	331,1118	5,5E+14	257,5314	5,5E+14	331,1118	6,7E+14
2031	271,28	7,1E+14	271,28	7,2E+14	314,53	7,2E+14	353,84688	6,6E+14	353,84688	5,8E+14	275,21424	5,8E+14	353,84688	7,2E+14
2032	288,84	7,5E+14	288,84	7,7E+14	334,89	7,7E+14	376,7472	7,0E+14	376,7472	6,2E+14	293,0256	6,2E+14	376,7472	7,7E+14
2033	306,47	8,0E+14	306,47	8,2E+14	355,32	8,1E+14	399,73986	7,4E+14	399,73986	6,6E+14	310,90878	6,6E+14	399,73986	8,1E+14
2034	324,27	8,4E+14	324,27	8,6E+14	375,97	8,6E+14	422,96337	7,8E+14	422,96337	7,0E+14	328,97151	7,0E+14	422,96337	8,6E+14
2035	342,16	8,9E+14	342,16	9,1E+14	396,71	9,1E+14	446,2938	8,3E+14	446,2938	7,3E+14	347,1174	7,3E+14	446,2938	9,1E+14
2036	343,09	8,9E+14	343,09	9,1E+14	397,79	9,1E+14	447,5088	8,3E+14	447,5088	7,4E+14	348,0624	7,4E+14	447,5088	9,1E+14
2037	344,02	9,0E+14	344,02	9,2E+14	398,87	9,1E+14	448,7238	8,3E+14	448,7238	7,4E+14	349,0074	7,4E+14	448,7238	9,1E+14

Fonte: Comitê executivo PMSB de Montanhas, 2018.

Tabela 51 – Estimativa da concentração e remoção de DBO e Coliformes Fecais, 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 fecais (org/hab.dia)	Esgoto Bruto (Concentração)		Tratamento Preliminar		Tratamento Primário	
							DBO (kg/m³)	Coliformes Fecais (org/m³)	DBO (kg/m³)	Coliformes Fecais (org/m³)	DBO (kg/m³)	Coliformes Fecais (org/m³)
2017	8959	0%	0	2158,48	54	1,0E+11	0,22	4,151E+11	0	0	0	0
2018	8966	0%	0	2160,33	54	1,0E+11	0,22	4,15E+11	0	0	0	0
2019	8973	0%	0	2162,18	54	1,0E+11	0,22	4,15E+11	0	0	0	0
2020	8981	10%	898	2164,11	54	1,0E+11	0,22	4,15E+11	0,00	0	0,01	1,452E+10
2021	8989	20%	1798	2166,04	54	1,0E+11	0,22	4,15E+11	0,00	0	0,02	2,905E+10
2022	8997	30%	2699	2167,97	54	1,0E+11	0,22	4,15E+11	0,00	0	0,02	4,357E+10
2023	9006	40%	3602	2169,98	54	1,0E+11	0,22	4,15E+11	0,00	0	0,03	5,81E+10
2024	9015	45%	4057	2171,99	54	1,0E+11	0,22	4,151E+11	0,01	0	0,04	6,537E+10
2025	9025	50%	4513	2174,51	54	1,0E+11	0,22	4,15E+11	0,01	0	0,04	7,263E+10
2026	9035	55%	4969	2177,03	54	1,0E+11	0,22	4,15E+11	0,01	0	0,04	7,989E+10
2027	9046	60%	5428	2179,63	54	1,0E+11	0,22	4,15E+11	0,01	0	0,05	8,716E+10
2028	9058	65%	5888	2182,74	54	1,0E+11	0,22	4,15E+11	0,01	0	0,05	9,441E+10
2029	9070	70%	6349	2185,42	54	1,0E+11	0,22	4,15E+11	0,01	0	0,05	1,017E+11
2030	9084	75%	6813	2188,68	54	1,0E+11	0,22	4,15E+11	0,01	0	0,06	1,089E+11
2031	9101	80%	7281	2193,06	54	1,0E+11	0,22	4,15E+11	0,01	0	0,06	1,162E+11
2032	9120	85%	7752	2197,58	54	1,0E+11	0,22	4,15E+11	0,01	0	0,07	1,235E+11
2033	9139	90%	8225	2202,11	54	1,0E+11	0,22	4,15E+11	0,01	0	0,07	1,307E+11
2034	9161	95%	8703	2207,31	54	1,0E+11	0,22	4,15E+11	0,01	0	0,07	1,38E+11
2035	9183	100%	9183	2212,51	54	1,0E+11	0,22	4,15E+11	0,01	0	0,08	1,453E+11
2036	9208	100%	9208	2218,81	54	1,0E+11	0,22	4,15E+11	0,01	0	0,08	1,452E+11
2037	9233	100%	9233	2224,68	54	1,0E+11	0,22	4,15E+11	0,01	0	0,08	1,453E+11

Fonte: Comitê executivo PMSB de Montanhas, 2018.

Tabela 51 – Estimativa da concentração e remoção de DBO e Coliformes Fecais, 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		Reator Biológico		UASB		UASB seguido de Lagoa	
	DBO (kg/m³)	Coliformes Fecais (org/m³)	DBO (kg/m³)	Coliformes Fecais (org/m³)	DBO (kg/m³)	Coliformes Fecais (org/m³)	DBO (kg/m³)	Coliformes Fecais (org/m³)	DBO (kg/m³)	Coliformes Fecais (org/m³)	DBO (kg/m³)	Coliformes Fecais (org/m³)	DBO (kg/m³)	Coliformes Fecais (org/m³)
2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2020	0,0154628	4,024E+10	0,0154628	4,123E+10	0,02	4,108E+10	0,02	3,735E+10	0,02	3,32E+10	0,02	3,32E+10	0,02	4,108E+10
2021	0,0309256	8,048E+10	0,0309256	8,245E+10	0,04	8,217E+10	0,04	7,47E+10	0,04	6,64E+10	0,03	6,64E+10	0,04	8,217E+10
2022	0,0463883	1,207E+11	0,0463883	1,237E+11	0,05	1,233E+11	0,06	1,12E+11	0,06	9,96E+10	0,05	9,96E+10	0,06	1,233E+11
2023	0,0618556	1,61E+11	0,0618556	1,649E+11	0,07	1,644E+11	0,08	1,494E+11	0,08	1,328E+11	0,06	1,328E+11	0,08	1,644E+11
2024	0,0695927	1,811E+11	0,0695927	1,855E+11	0,08	1,849E+11	0,09	1,681E+11	0,09	1,494E+11	0,07	1,494E+11	0,09	1,849E+11
2025	0,0773213	2,012E+11	0,0773213	2,061E+11	0,09	2,054E+11	0,10	1,868E+11	0,10	1,66E+11	0,08	1,66E+11	0,10	2,054E+11
2026	0,0850491	2,213E+11	0,0850491	2,268E+11	0,10	2,26E+11	0,11	2,054E+11	0,11	1,826E+11	0,09	1,826E+11	0,11	2,26E+11
2027	0,092783	2,415E+11	0,092783	2,474E+11	0,11	2,465E+11	0,12	2,241E+11	0,12	1,992E+11	0,09	1,992E+11	0,12	2,465E+11
2028	0,1005048	2,616E+11	0,1005048	2,68E+11	0,12	2,67E+11	0,13	2,428E+11	0,13	2,158E+11	0,10	2,158E+11	0,13	2,67E+11
2029	0,1082465	2,817E+11	0,1082465	2,886E+11	0,13	2,876E+11	0,14	2,615E+11	0,14	2,324E+11	0,11	2,324E+11	0,14	2,876E+11
2030	0,115984	3,019E+11	0,115984	3,092E+11	0,13	3,082E+11	0,15	2,802E+11	0,15	2,49E+11	0,12	2,49E+11	0,15	3,082E+11
2031	0,1237008	3,219E+11	0,1237008	3,298E+11	0,14	3,287E+11	0,16	2,988E+11	0,16	2,656E+11	0,13	2,656E+11	0,16	3,287E+11
2032	0,131435	3,421E+11	0,131435	3,504E+11	0,15	3,492E+11	0,17	3,175E+11	0,17	2,822E+11	0,13	2,822E+11	0,17	3,492E+11
2033	0,1391696	3,622E+11	0,1391696	3,71E+11	0,16	3,698E+11	0,18	3,362E+11	0,18	2,988E+11	0,14	2,988E+11	0,18	3,698E+11
2034	0,1469081	3,823E+11	0,1469081	3,917E+11	0,17	3,903E+11	0,19	3,549E+11	0,19	3,154E+11	0,15	3,154E+11	0,19	3,903E+11
2035	0,1546473	4,025E+11	0,1546473	4,123E+11	0,18	4,109E+11	0,20	3,735E+11	0,20	3,32E+11	0,16	3,32E+11	0,20	4,109E+11
2036	0,154628	4,024E+11	0,154628	4,123E+11	0,18	4,108E+11	0,20	3,735E+11	0,20	3,32E+11	0,16	3,32E+11	0,20	4,108E+11
2037	0,1546388	4,025E+11	0,1546388	4,123E+11	0,18	4,109E+11	0,20	3,735E+11	0,20	3,32E+11	0,16	3,32E+11	0,20	4,109E+11

Fonte: Comitê executivo PMSB de Montanhas, 2018.

Pela análise da Tabela 50 e Tabela 51, verifica-se que a carga de DBO e coliformes totais para início de plano é de 483,79 kg/dia e $9,0E+14$ de organismo/dia, respectivamente, e para final de plano é 498,58 kg DBO/dia e $9,2E+14$ de organismo/dia de coliformes fecais sem tratamento. As concentrações de DBO e coliformes fecais sem tratamento para início de plano é de 224,13 mg/l e $4,15E+5$ organismo/ml, respectivamente, e para final de plano 224,11 mg/l e $4,15E+5$ organismo/ml.

Constata-se que o sistema de tratamento com melhor eficiência para remoção de DBO é o de Lagoa Anaeróbia seguida de Lagoa Facultativa, uma vez que essa alternativa apresenta uma boa remoção de DBO, além de possuir um menor requisito de área e o melhor custo para implantação, quando comparada com as demais soluções.

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. Comumente observa-se que a realidade da zona urbana do município difere acentuadamente da zona rural, 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.

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 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 52).

Tabela 52 - 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 (wetlands)	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 53, para o município de Montanhas.

Tabela 53 - 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. Ausência de sistema de tratamento público de esgoto na sede; 2. Baixa existência de tratamentos individuais (fossa séptica). 3. Elevada existência de fossas rudimentares;	1. Elaborar projeto para implantação de um sistema de tratamento do tipo lagoa anaeróbia facultativa; 2. Proibir os sistemas de tratamentos individuais existentes; 3. Proibir o uso de fossas rudimentares.	1. Curto prazo (até 2025) 2. Curto prazo (até 2025) 3. Curto prazo (até 2025)
Ligações de esgoto	1. Ausência de cadastro das ligações existentes; 2. Ausência de ligações em parte da sede.	1. Realizar e manter atualizado o cadastro técnico e comercial das ligações existentes; 2. Incentivar a execução de ligações na rede coletora.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021)
Rede de coleta	1. Ausência de cadastro da rede coletora existente; 2. Ausência de rede coletora em parte da sede. 3. Ausência de manutenção regular da rede coletora	1. Realizar e manter atualizado o cadastro técnico e comercial da rede existente; 2. Ampliar a infraestrutura da rede coletora; 3. Planejar e realizar manutenções regulares na rede coletora.	1. Imediato (até 2021) 2. Curto prazo (até 2025) 3. Imediato (até 2021)
Poços de visita	1. Ausência de cadastro de poços de visita existentes; 2. Ausência de manutenção regular dos poços de visita.	1. Realizar e manter atualizado o 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.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Curto prazo (até 2025)
Estação elevatória de esgoto bruto	1. Ausência de 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.	1. Imediato (até 2021)
Estação elevatória de esgoto tratado	1. Ausência de 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.	1. Imediato (até 2021)
Produção de esgoto tratado	1. Baixa produção de esgoto tratado (por sistemas individuais)	1. Aumentar a taxa de produção de esgoto tratado, com a futura implantação do sistema de tratamento coletivo; 2. Cessar a produção de esgoto tratado por sistemas individuais.	1. Médio prazo (até 2029) 2. Médio prazo (até 2029)

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Nas áreas rurais de Montanhas 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 54 mostra a eficiência do uso combinado entre o tanque séptico e demais tipos de tratamentos. A Tabela 55, 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 54 - 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
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 55 - 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
Área 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 54 e Tabela 55, recomenda-se as seguintes intervenções listadas na Tabela 56, para a zona rural do município de Montanhas.

Tabela 56 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural, em relação ao sistema de esgotamento sanitário.

Zona Rural				
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	1. Realizar estudo de viabilidade para implantação de soluções individuais e/ou coletivas nas comunidades rurais, considerando as particularidades de cada uma delas; 2. Proibir o uso de fossas rudimentares; 3. Participar de editais para obtenção	1. Imediato (até 2021) 2. Curto prazo (até 2025) 3. Imediato (até 2021) 4. Imediato (até 2021)	

	de fossas rudimentares; 4. Precariedade nas estruturas sanitárias dos domicílios.	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 especificados; 5. Estudo de viabilidade de local adequado para criação de ETE específica para tratamento dos lodos de fossas sépticas.	5. Imediato (até 2021)
Ligações de esgoto	1. Ausência de ligações nas comunidades rurais.	Não aplicável	Não aplicável
Rede de coleta	1. Ausência de rede coletora nas comunidades rurais.	Não aplicável	Não aplicável
Poços de visita	1. Ausência de poços de visita nas comunidades rurais	Não aplicável	Não aplicável
Estação elevatória de esgoto bruto	1. Ausência de elevatória de esgoto bruto	Não aplicável	Não aplicável
Estação elevatória de esgoto tratado	1. Ausência de elevatória de esgoto tratado	Não aplicável	Não aplicável
Produção de esgoto tratado	1. Baixa produção de esgoto tratado (por sistemas individuais)	1. Aumentar a taxa de produção de esgoto tratado, com futura implantação de adequado sistema de tratamento individuais;	1. Curto prazo (até 2025)
Disposição final	1. Disposição inadequada de esgoto a céu aberto no próprio terreno das residências.	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.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Imediato (até 2021)

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

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

4.4.4 Comparação das alternativas de tratamento local ou centralizado dos esgotos

A avaliação e seleção da tecnologia mais adequada para o tratamento de esgotos domésticos devem considerar a concepção do sistema de tratamento, os custos relativos

à construção, operação e manutenção, assim como a reparação e substituição 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 Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) destinada a uma população de uma área específica, mas uma variedade de sistemas que servem a mais de uma área ou população (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, destinação final e reutilização 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 disposição 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 participação das comunidades usuárias, as quais assumem a responsabilidade pela construção ou operação de métodos tradicionais de tratamento, tais como, fossas, tanques sépticos e poços de infiltração (ORTUSTE, 2012).

Em relação 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 em zonas rurais 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   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 Montanhas, em virtude da topografia, 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 tem o sistema individual com algumas unidades de fossa séptica e a grande maioria das edificações utilizam fossas negras (rudimentares), inclusive com lançamento das águas cinzas a céu aberto, não apresentando, portanto, exatamente o formato do sistema descentralizado. Não há a inspeção pelo município nos sistemas adotados, bem como não há manutenção do sistema pelo usuário.

Ressalta-se a importância de considerar a oportunidade de implantação de reúso do efluente das estações de tratamento de esgoto a ser implantadas 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 da área rural, 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 do município de Montanhas 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 a área rural 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, estabelece 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 56.

Tabela 57 - 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 PMSB Montanhas, 2018.

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, no 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 Montanhas 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 naTabela 58.

Tabela 58 - Precipitações máximas diárias anuais do município de Montanhas.

Ano	Precipitação máxima diária (mm)	Ano	Precipitação máxima diária (mm)
1964	81,7	1988	100,2
1965	68,0	1989	100,5
1966	72,0	1990	64,4
1967	56,2	1991	26,1
1968	36,0	1992	54,0
1969	28,2	1993	55,7
1970	37,4	1994	93,0
1971	75,0	1995	68,0
1972	75,0	1996	90,0
1973	51,2	1997	106,0
1974	83,2	1998	55,0
1975	80,5	1999	84,0
1976	144,0	2000	55,0
1977	90,1	2001	56,0
1978	100,5	2002	76,0
1979	130,2	2003	87,0
1980	190,4	2004	83,0
1981	72,2	2005	82,0
1982	74,2	2006	53,0
1983	45,3	2007	127,0
1984	71,2	2008	60,5
1985	80,2	2009	73,0
1986	79,4	2010	74,0
1987	72,4	2011	105,0
Média		Desvio-padrão	
77,6 mm		29,5 mm	

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Os dados de precipitação máxima diária anual do município de Montanhas 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 59.

Tabela 59 - 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 Montanhas estão detalhados na Tabela 60.

Tabela 60 - 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	190,40	0,020	49,000
2	144,00	0,041	24,500
3	130,20	0,061	16,333
4	127,00	0,082	12,250
5	106,00	0,102	9,800
6	105,00	0,122	8,167
7	100,50	0,143	7,000
8	100,50	0,163	6,125
9	100,20	0,184	5,444
10	93,00	0,204	4,900
11	90,10	0,224	4,455
12	90,00	0,245	4,083
13	87,00	0,265	3,769
14	84,00	0,286	3,500
15	83,20	0,306	3,267
16	83,00	0,327	3,063
17	82,00	0,347	2,882
18	81,70	0,367	2,722
19	80,50	0,388	2,579

20	80,20	0,408	2,450
21	79,40	0,429	2,333
22	76,00	0,449	2,227
23	75,00	0,469	2,130
24	75,00	0,490	2,042
25	74,20	0,510	1,960
26	74,00	0,531	1,885
27	73,00	0,551	1,815
28	72,40	0,571	1,750
29	72,20	0,592	1,690
30	72,00	0,612	1,633
31	71,20	0,633	1,581
32	68,00	0,653	1,531
33	68,00	0,673	1,485
34	64,40	0,694	1,441
35	60,50	0,714	1,400
36	56,20	0,735	1,361
37	56,00	0,755	1,324
38	55,70	0,776	1,289
39	55,00	0,796	1,256
40	55,00	0,816	1,225
41	54,00	0,837	1,195
42	53,00	0,857	1,167
43	51,20	0,878	1,140
44	45,30	0,898	1,114
45	37,40	0,918	1,089
46	36,00	0,939	1,065
47	28,20	0,959	1,043
48	26,10	0,980	1,021

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Visando a análise de precipitações máximas e tempo de retorno correspondente aos valores da Tabela 60, 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 61.

Tabela 61 - Cálculo das precipitações máximas diárias através da distribuição de Gumbel.

Variáveis	Valores obtidos usando a distribuição de Gumbel							
β	22,99	22,99	22,99	22,99	22,99	22,99	22,99	22,99
α	64,30	64,30	64,30	64,30	64,30	64,30	64,30	64,30
Período de retorno T	2	5	10	15	20	25	50	100
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	72,72	98,78	116,03	125,76	132,58	137,83	154,00	170,05

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

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 62).

Tabela 62 - Relações entre durações.

Relação	Coeficiente
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

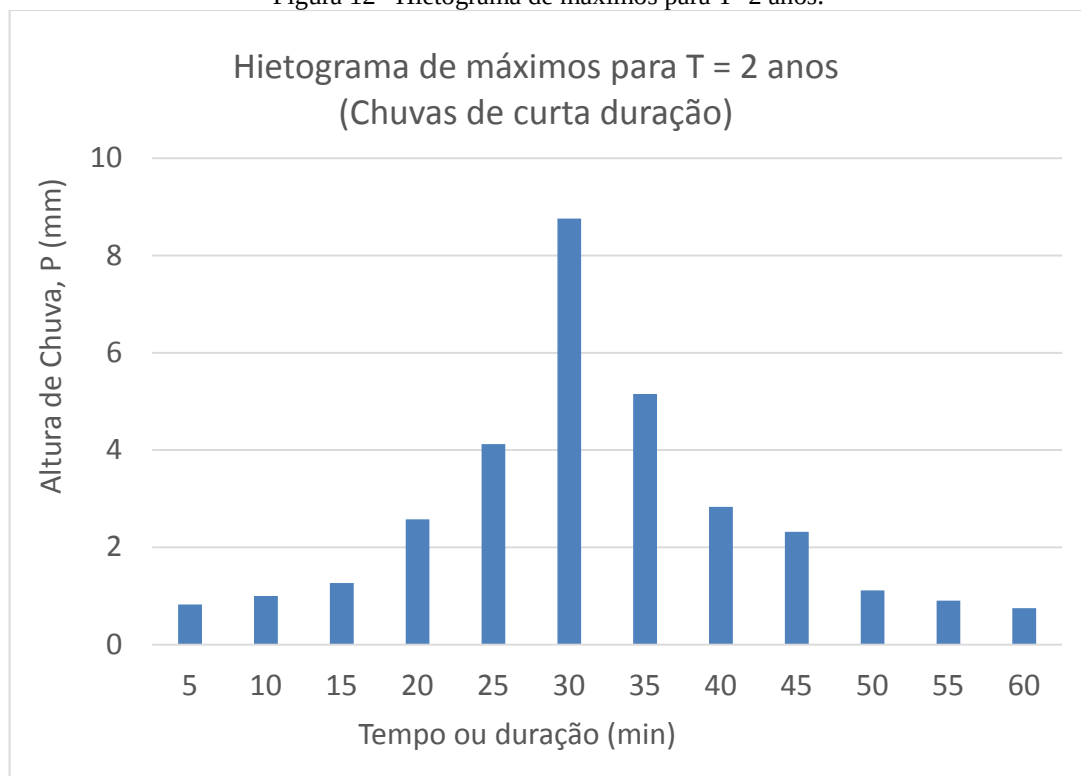
intervalos de 5 minutos para as chuvas de curta duração. Enquanto que para as chuvas de longa duração, é necessário que se tenha dados de precipitação de 1 a 24 horas, com intervalos de hora em hora. Verificou-se que a relação entre o tempo e o coeficiente apresentava comportamento logarítmico, apresentando 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)

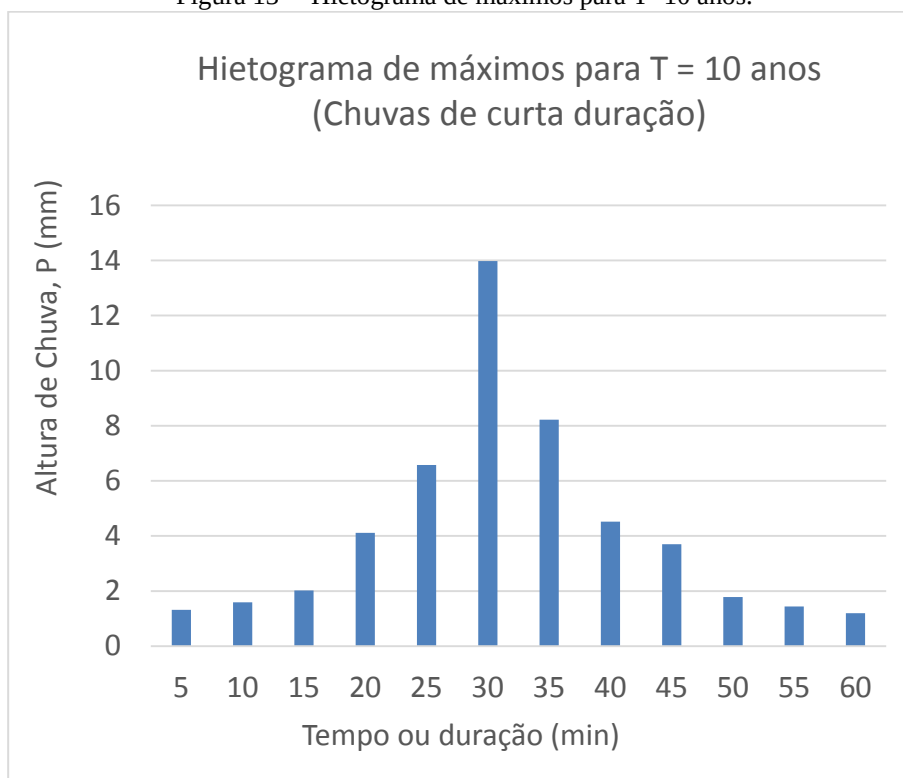
A Figura 12, Figura 13 e Figura 14, apresentam os hietogramas críticos para projetos e estudos hidrológicos para as durações de até 60 minutos para os tempos de retorno de 2, 10 e 25 anos. A chuva máxima dos 60 minutos contempla todas as chuvas máximas inferiores a 60 minutos.

Figura 12– Hietograma de máximos para T=2 anos.



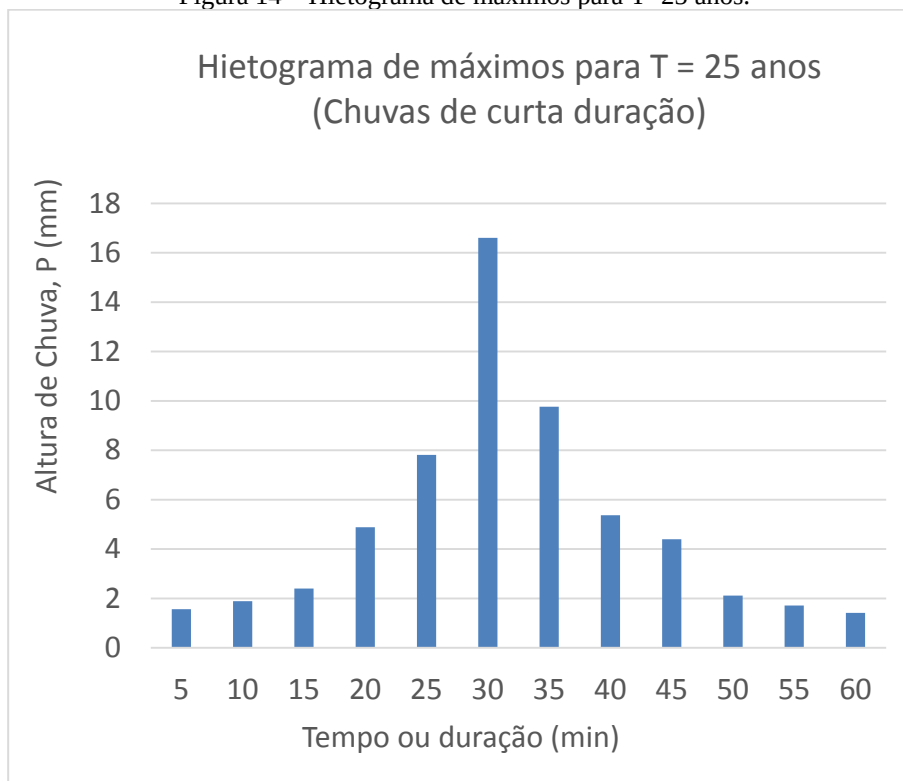
Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2018.

Figura 13 – Hietograma de máximos para T=10 anos.



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2018

Figura 14 – Hietograma de máximos para T=25 anos.

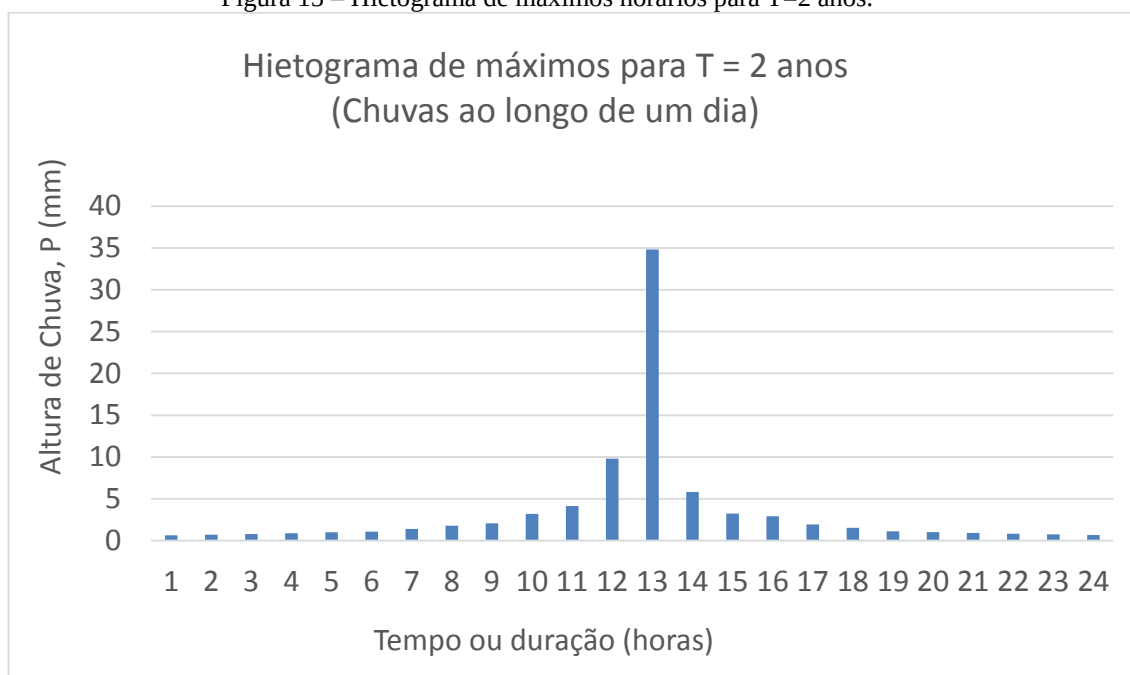


Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2018.

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

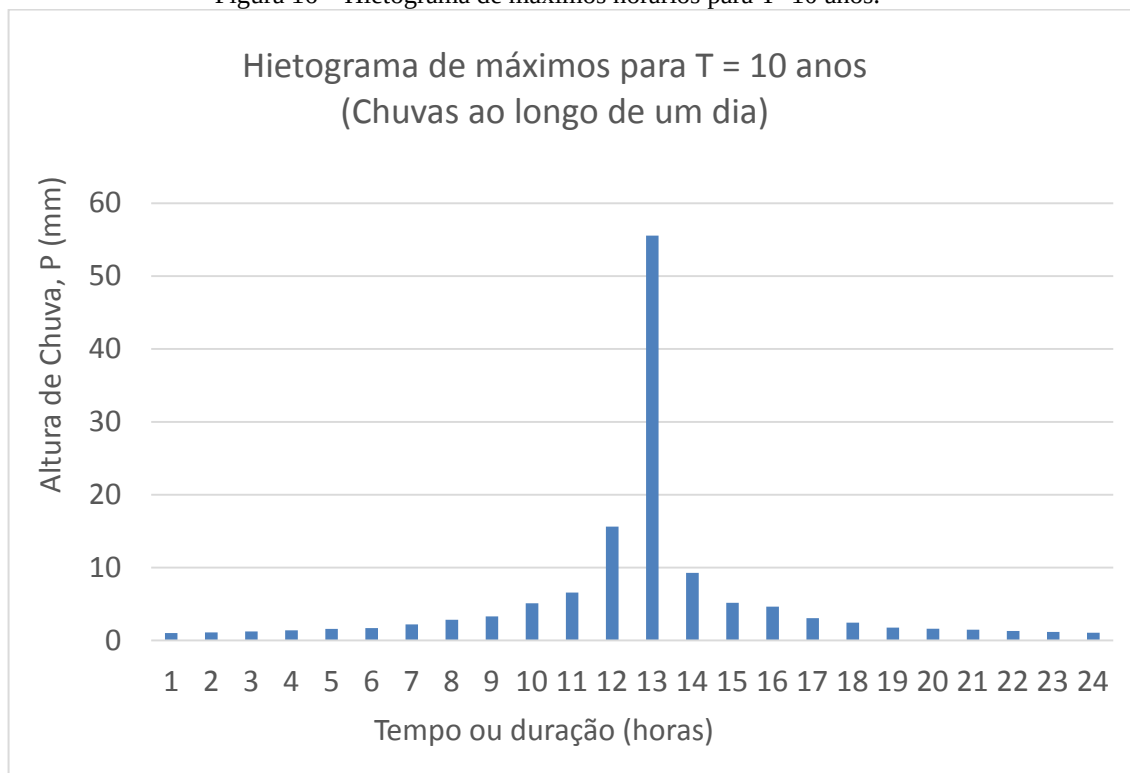
A Figura 15, Figura 16 e Figura 17 apresentam os hietogramas críticos para projetos e estudos hidrológicos para as durações de até 24 horas para os tempos de retorno de 2, 10 e 25 anos. A chuva máxima de 24 horas contempla todas as chuvas máximas inferiores a 24 horas.

Figura 15 – Hietograma de máximos horários para T=2 anos.



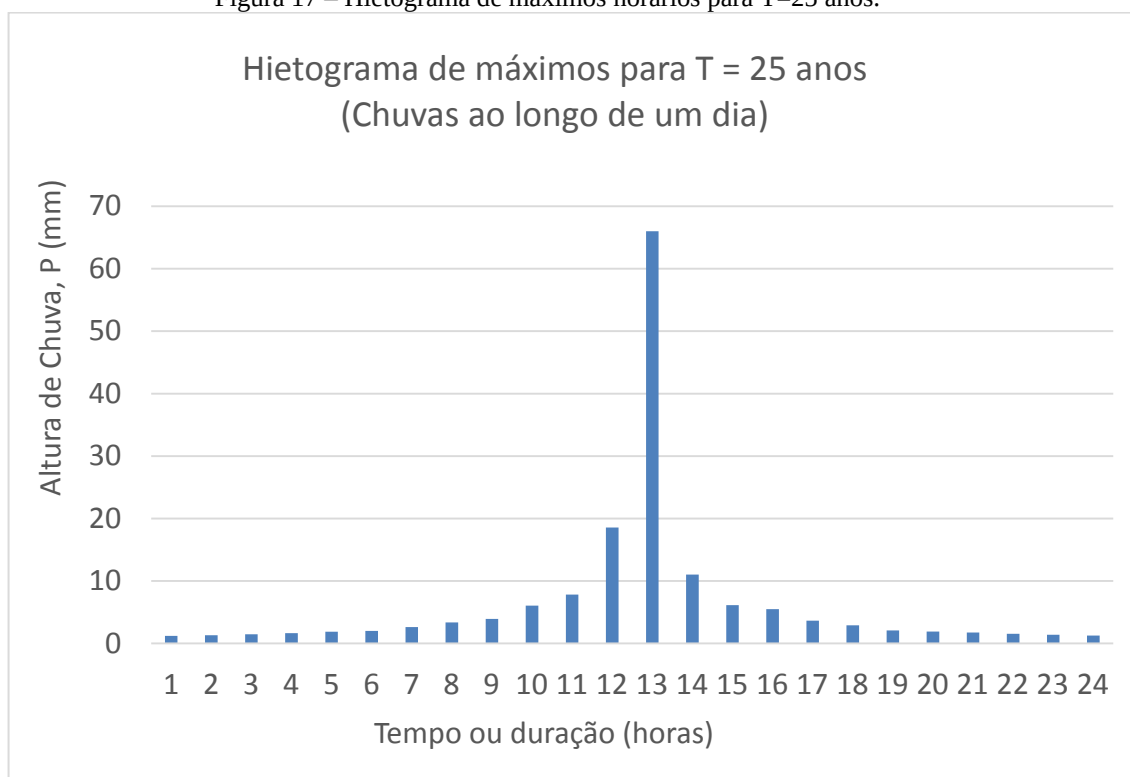
Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2018.

Figura 16 – Hietograma de máximos horários para T=10 anos.



Fonte:Equipe de apoio técnico UFRN, 2018.

Figura 17 – 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 Montanhas apresenta alguns problemas que dificultam o atendimento da demanda atual pelo serviço, tais como ausência de infraestrutura adequada em todo território municipal.

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 à 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 é 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 serão 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 Montanhas.

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

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 à erosão; a erosão hídrica das margens dos rios resultante do aumento da velocidade de escoamento das águas; e o lançamento de resíduos sólidos nos canais, ação que contribui também para a poluição da água.

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 retenção e infiltração: construídos 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 águas que nela chegam, recarregando inclusive o lençol freático.
- Recuperação e preservação da mata ciliar: entende-se por mata ciliar aquela que margeia as nascentes e os cursos de água. Essa vegetação marginal auxilia a manutenção da qualidade da água, estabilidade dos solos, regularização dos ciclos hidrológicos, conservação da biodiversidade e protege os rios do assoreamento, funcionando como obstáculo aos sedimentos.

Para o município de Montanhas, em virtude de suas características geográficas e de urbanização, entende-se que as medidas mais adequadas são:

- Implantar equipe de fiscalização e manutenção preventiva e periódica das estruturas do sistema de drenagem ou estabelecer programas para desassorear, limpar e manter desobstruídos os cursos d'água, os canais e as galerias do sistema de drenagem;

- Realizar a revitalização da área de preservação permanente de todos os cursos d'água que possuem o seu leito natural;
- Construir bacias de retenção e infiltração 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 legislações federais (ex: Lei Federal n 12.651/2012) e estaduais referentes à manutenção 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 disposição 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 retenção 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 retenção 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 retenção

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 retenção 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 retenção 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 estacionamento. 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.

A Tabela 63 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.

Tabela 63 – Principais características das medidas de controle de escoamento na fonte.

Tipo	Característica	Variante	Função	Efeito
Reservatórios de retenção	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.

Dessa forma, para o município de Montanhas, considerando suas características topográficas, sugerem-se as seguintes soluções a serem adotadas como forma de controle do escoamento:

- Implantar valas de infiltração para retardo do escoamento superficial, infiltração e melhoria da qualidade da água;
- Implementar plano de infiltração para Infiltração e armazenamento temporário, que possibilita a melhoria da qualidade da água;
- Implantar pavimento permeável para redução do escoamento superficial, amortecimento e melhoria da qualidade da água.

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, junto às 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, ciclovias, caminhos para pedestres, arborização paisagística, entre outros exemplos.

Limpeza e Manutenção

Devido à disposição e gerenciamento 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 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 Montanhas, considerando suas características topográficas, sugerem-se as seguintes soluções a serem adotadas como diretrizes para o tratamento de fundos de vale:

- Realizar mapeamento e caracterização das áreas de restrição de ocupação em fundos de vale;
- Realizar o cadastramento das moradias e moradores estabelecidos nas áreas de risco;
- Proceder à desapropriação das áreas e imóveis particulares em áreas sujeitas à inundação e no entorno dos corpos hídricos, obedecendo aos limites previstos no Código Florestal (Lei Federal nº 4.771/1965), com a realocação dessa população em outras áreas que contemplem os serviços de infraestrutura básica;
- Implantar programas de acompanhamento psicossocial da população realocada no sentido de evitar que estas voltem a ocupar áreas de risco, sujeitas a inundações;
- Planejar a recuperação e revitalização de áreas ribeiras e das matas ciliares ao longo de cursos d'água naturais;
- Realizar a limpeza e manutenção dos fundos de vale regularmente de forma planejada, para evitar os problemas ocasionados nos dias chuvosos;

- Desenvolvimento de instrumentos legais para regulamentação de soluções em drenagem pluvial;
- Implantar parques lineares nas áreas desapropriadas contribuindo para o controle de cheias, retardando e reduzindo os escoamentos gerados na bacia através de medidas de armazenamento e infiltração.
- 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.

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 64, para a zona urbana e da Tabela 65 para a zona rural do município de Montanhas.

Tabela 64 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda observada para a Zona Urbana, em relação à Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais.

Zona Urbana			
Componentes da Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Áreas de risco	1. Ausência de mapeamento 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.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Curto prazo (até 2025) 4. Longo prazo (até 2037)
Infraestrutura existente	1. Ausência de cadastro da infraestrutura de drenagem 2. Elementos da microdrenagem inadequados ou insuficientes 3. Ausência de 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.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Curto prazo (até 2025) 4. Imediato (até 2021)
Pavimentação	1. Ausência de ruas pavimentadas na sede	1. Implementar pavimentação permeável nas ruas sem pavimento	1. Curto prazo (até 2025)

Medidas de controle para o assoreamento de cursos d'água e de bacias de detenção	1. Ausência de medidas de controle de assoreamento de cursos d'água e de bacias de detenção	1. Planejar a recuperação e revitalização de áreas ribeiras e das matas ciliares ao longo de cursos d'água naturais; 2. Implantar parques lineares nas áreas desapropriadas; 3. Implantar valas e planos de infiltração em pontos estratégicos do município.	1. Médio prazo (até 2029) 2. Médio prazo (até 2029) 3. Imediato (até 2021)
Medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos sólidos no corpo d'água	1. Descarte de resíduos nas vias públicas e nos corpos d'água	1. Implantação das ações previstas no Plano Intermunicipal de Resíduos Sólidos da Região Seridó	1. Imediato (até 2021)
Diretrizes de controle do escoamento na fonte	1. Ausência 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.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Imediato (até 2021)
Diretrizes para o tratamento de fundos de vale	1. Ausência 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.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Imediato (até 2021)

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Tabela 65 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda observada para a Zona Rural, em relação à Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais.

Zona Rural			
Componentes da Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Áreas de risco	1. Ausência de mapeamento pontos críticos com de risco de alagamento	1. Realizar o mapeamento e caracterização do 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.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021)
Infraestrutura existente	1. Ausência de infraestrutura de drenagem	1. Realizar estudo para verificar a necessidade e viabilidade da implementação de elementos de drenagem nas comunidades rurais.	1. Imediato (até 2021)
Pavimentação	1. Ausência de pavimentação na área central das comunidades rurais	1. Implementar pavimentação permeável na área central das comunidade.	1. Curto prazo (até 2025)
Medidas de controle para o assoreamento	1. Ausência de medidas de controle	1. Planejar a recuperação das matas ciliares ao longo dos cursos d'água	1. Curto prazo (até 2025)

de cursos d'água e de bacias de detenção	de assoreamento de cursos d'água e de bacias de detenção	naturais.	
Medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos sólidos no corpo d'água	1. 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.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021)
Diretrizes de controle do escoamento na fonte	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
Diretrizes para o tratamento de fundos de vale	1. Ausência 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.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Imediato (até 2021)

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

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   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 66.

Tabela 66 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de drenagem de águas pluviais.

Evento	Origem Possível
Alagamentos localizados	4. Boca de lobo e ramal assoreado e/ou entupido; 5. Deficiência de escoamento da água pluvial na boca de lobo; 6. Inexistência ou ineficiência de rede de drenagem urbana; 7. Assoreamento do córrego; 8. 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 PMSB Montanhas, 2018.

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 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 Montanhas, a partir dela é possível observar o percentual em peso por tipo de resíduos sólidos em relação ao total da amostra, dos quais 45% se refere a resíduos recicláveis, 33% a matéria orgânica, e, 22% a rejeitos.

A média de geração diária de resíduos sólidos urbanos diagnosticada para o município é de 5375,40kg/dia. A geração per capita de resíduos sólidos urbanos do município é de

0,6kg/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 Montanhas 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 4 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 67 é apresentada projeção do cenário acima proposto para a geração e destinação final dos resíduos sólidos para o Município de Montanhas. 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 percebe-se a redução dos resíduos enviados para disposição final como rejeitos, mesmo com a projeção populacional integrada ao estudo.

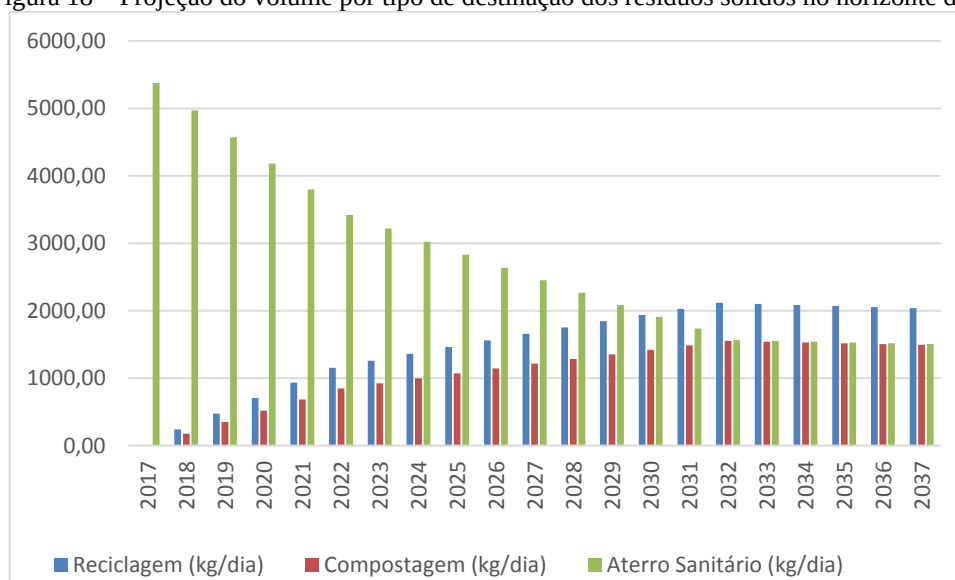
Tabela 67 – Projeção do cenário para a geração e destinação final dos resíduos sólidos para a Zona Urbana do Município Montanhas.

ANO	POPULAÇÃO URBANA												
	Recicláveis	45 %	Matéria Orgânica	33%	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)	Aterro Sanitário (kg/dia)
2017	8959	0,60	5375,40	1962,02	2418,93	1773,88	1182,59	100%	0%	0,00	0,00	0,00	5375,40
2018	8966	0,59	5325,80	1943,92	2396,61	1757,52	1171,68	100%	10%	239,66	179,75	175,75	4970,31
2019	8973	0,59	5276,66	1925,98	2374,50	1741,30	1160,87	100%	20%	474,90	356,17	348,26	4572,23
2020	8981	0,58	5228,55	1908,42	2352,85	1725,42	1150,28	100%	30%	705,85	529,39	517,63	4181,54
2021	8989	0,58	5180,88	1891,02	2331,40	1709,69	1139,79	100%	40%	932,56	699,42	683,88	3797,58
2022	8997	0,57	5133,63	1873,78	2310,14	1694,10	1129,40	100%	50%	1155,07	866,30	847,05	3420,28
2023	9006	0,56	5087,38	1856,89	2289,32	1678,84	1119,22	100%	55%	1259,13	944,35	923,36	3219,68
2024	9015	0,56	5041,54	1840,16	2268,69	1663,71	1109,14	100%	60%	1361,22	1020,91	998,23	3022,40
2025	9025	0,55	4996,66	1823,78	2248,50	1648,90	1099,27	100%	65%	1461,52	1096,14	1071,78	2828,74
2026	9035	0,55	4952,18	1807,54	2228,48	1634,22	1089,48	100%	70%	1559,94	1169,95	1143,95	2638,27
2027	9046	0,54	4908,62	1791,65	2208,88	1619,85	1079,90	100%	75%	1656,66	1242,50	1214,88	2451,24
2028	9058	0,54	4865,98	1776,08	2189,69	1605,77	1070,52	100%	80%	1751,75	1313,82	1284,62	2267,55
2029	9070	0,53	4823,71	1760,65	2170,67	1591,82	1061,22	100%	85%	1845,07	1383,80	1353,05	2086,86
2030	9084	0,53	4782,84	1745,74	2152,28	1578,34	1052,22	100%	90%	1937,05	1452,79	1420,50	1909,55
2031	9101	0,52	4743,87	1731,51	2134,74	1565,48	1043,65	100%	95%	2028,01	1521,00	1487,20	1735,66
2032	9120	0,52	4706,24	1717,78	2117,81	1553,06	1035,37	100%	100%	2117,81	1588,36	1553,06	1564,82
2033	9139	0,51	4668,88	1704,14	2101,00	1540,73	1027,15	100%	100%	2101,00	1575,75	1540,73	1552,40
2034	9161	0,51	4633,32	1691,16	2084,99	1529,00	1019,33	100%	100%	2084,99	1563,75	1529,00	1540,58
2035	9183	0,50	4598,00	1678,27	2069,10	1517,34	1011,56	100%	100%	2069,10	1551,83	1517,34	1528,84
2036	9208	0,50	4564,42	1666,01	2053,99	1506,26	1004,17	100%	100%	2053,99	1540,49	1506,26	1517,67
2037	9233	0,49	4531,04	1653,83	2038,97	1495,24	996,83	100%	100%	2038,97	1529,23	1495,24	1506,57

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Na Figura 18 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 18 – Projeção do volume por tipo de destinação dos resíduos sólidos no horizonte de planejamento.



Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

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 a 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 do município, na Tabela 68apresenta-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 68 – Projeção do cenário para a geração de resíduos sólidos para a Zona Rural do Município Montanhas.

POPULAÇÃO RURAL					
	Localidade	População (hab)	Geração		
			Per capita (kg/hab.dia)	Total Diária (kg/dia)	Total Anual (ton/ano)
AG LOMER ADAS	LAGOA DE PEDRA	436	0,44	191,84	70,02
	BOA ESPERANÇA	519	0,44	228,36	83,35
DISPERSAS	RIACHO DE AREIAS	12	0,44	5,28	1,93
	BARBAÇO	47	0,44	20,68	7,55
	BARBATÃO	3	0,44	1,32	0,48
	CAMPO LOURO	5	0,44	2,2	0,80
	CAPIM GROSSO	35	0,44	15,4	5,62
	CURIMATÃ	38	0,44	16,72	6,10
	GRAVATÁ	40	0,44	17,6	6,42
	INGÁ	82	0,44	36,08	13,17
	JUREMA	21	0,44	9,24	3,37
	LAGOA DE DENTRO	43	0,44	18,92	6,91
	LAGOA DO LAMEIRO	25	0,44	11	4,02
	OFICINA	92	0,44	40,48	14,78
	CAMPESTRE	23	0,44	10,12	3,69
	RIACHÃO DOS CLEMENTES	19	0,44	8,36	3,05
	BOTAFOGO	80	0,44	35,2	12,85
	SALGADO	13	0,44	5,72	2,09
	SÃO MIGUEL	86	0,44	37,84	13,81
	LAGOA NOVA	92	0,44	40,48	14,78
	RIACHO DO BOM PASTO	136	0,44	59,84	21,84
	SERROTE	84	0,44	36,96	13,49
	SUCAVÃO	155	0,44	68,2	24,89

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

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, 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, 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   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:   massa ou ao volume de resíduos recolhidos) e à possibilidade de rescisão.

Usualmente   difícil de se mensurar sob o serviço de limpeza pública uma estimativa de consumo que confere a cada habitante, por isso, cobra-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   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 Lei nº 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 extratarifárias, 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 nº 7.217/2010 que regulamenta a Lei nº 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 Ambiente (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 Resíduos na Coleta Convencional;
- b) porcentagem 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 seguir exemplo de simulação:

Tabela 69 – 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 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 Montanhas.

É indispensável que não somente o município como os geradores responsáveis pelo gerenciamento dos seus resíduos sólidos produzidos, deverão realizar 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):

- o 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.
- o 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).
- o 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.
- o A definição oficial de roteiro deve ser feita após discussão entre a Prefeitura Municipal, a população e a empresa que executa o serviço.
- o Dimensionar a frequência de coleta em cada setor, considerando a densidade populacional da área; tipos de recipientes (lixeiras) utilizados no acondicionamento dos sacos de lixo; mão-de-obra; condições e acessos existentes.
- o Definir horário coleta de acordo com estudo sobre as vantagens e desvantagens para cada setor, buscando reduzir ao máximo o impacto na dinâmica da população.
- o 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.
- o Após a implantação de sistema de coleta seletiva no município, os resíduos recicláveis deverão ser acondicionados adequadamente e de forma diferenciada.
- o 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 ser abertas, acessíveis ao veículo de coleta.

- o 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.
- o As execuções dos serviços de coleta deverão ser realizadas de segunda a sábado, inclusive feriados.
- o Os coletores deverão usar uniformes, luvas, tênis, coletes refletivos, capas de chuva, bonés e outros eventuais vestuários de segurança.

Transporte(Lei nº12.305, NBR 13.221 e NBR 12.980):

- o 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 intempéries ou exposição ao meio ambiente, assim como deve estar devidamente acondicionado para evitar o seu espalhamento na via pública.
- o 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 pá e vassouras.
- o Os caminhões coletores deverão possuir inscrições externas alusivas aos serviços prestados e obedecer aos dispositivos de segurança e padrões exigidos para tal.
- o Os caminhões e demais equipamentos deverão ser adequados e suficientes para atendimento da contratação objeto, possuindo idade máxima de 10 anos.
- o 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.
- o 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 também às ABNT NBR 12807/1993, ABNT NBR 12808/1993, ABNT NBR 12809/1993 e ABNT NBR 12810/1993.

Destinação Final(Lei nº12.305, NBR 13.896 e NBR 13.591):

- o 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).

- o 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 instruídas a ajudar em caso de d vidas da população; pontos estratégicos localizados dentro do município.

A seguir, são apresentados critérios específicos para a implantação e operação de pontos de apoio ao sistema de limpeza urbana no Município de Montanhas, bem como de melhorias às campanhas informativas e apoio às equipes envolvidas.

Lixeiras públicas

- o 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, ABNT/NBR 15.112/2004)

- o Ser planejada a implantação de Ecopontos ou PEV como alternativa de apoio para gestão do sistema de limpeza urbana, principalmente dos diversos tipos de resíduos volumosos, de construção civil e de podas.
- o Deverão ser instalações públicas e de uso gratuito pela população, e devem receber 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.
- o 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)

- o 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.
- o Devem conter facilidade para o estacionamento de veículos; estar em local público, visando garantir o livre acesso dos participantes; seu entorno não estar sujeito a alagamentos e intempéries (ação da chuva, vendavais, etc.); e, conter boa iluminação.
- o 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)

- o 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.

- o 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.

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 Montanhas deverá realizar no prazo imediato 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 incisos I, II, III e IV possuem o sistema de logística reversa implementados. Para os 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 à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados.

§ 2º A definição dos produtos e embalagens a que se refere o § 1º considerará a viabilidade técnica e econômica da logística reversa, bem como o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados.

§ 3º 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 § 1º 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 § 1º.

§ 4º 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 § 1º.

§ 5º Os comerciantes e distribuidores deverão efetuar a devolução aos fabricantes ou aos importadores dos produtos e embalagens reunidos ou devolvidos na forma dos §§ 3º e 4º.

§ 6º 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.

§ 7º 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 CONAMA 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 Montanhas 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 307/2002 na indicação das áreas de bota-fora.

Destaca-se ainda, a necessidade de se implantar a 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 m ), 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 econômicos 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 à 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, estabelece como critérios para a localização de aterro sanitário as seguintes condições:

- o O impacto ambiental decorrente da instalação do aterro seja minimizado;
- o A aceitação do empreendimento pela população seja maximizado;
- o Esteja de acordo com o zoneamento da região;
- o Tenha longo tempo de vida útil e necessite de um mínimo de obras para início da operação.
- o 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;
- o Realizar o reconhecimento do perfil do solo, subsolo e a capacidade de carga;
- o A permeabilidade seja inferior a 10⁻⁶ cm/s;
- o O nível do lençol freático, em período crítico, não seja inferior a 1,5 m do fundo da célula do aterro;
- o O aterro deve se localizar a uma distância mínima de 200 m de corpos d'água;
- o 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 Montanhas está proposta neste estudo a implantação de de um aterro sanitário no município de Santo Antônio e todo o resíduo gerado terá como destinação final esse aterro. PEGIRS não faz menção a nenhuma estação de transbordo para o resíduo do município de Montanhas.

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, 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 e das deficiências identificadas na etapa do Diagnóstico Técnico-Participativo, recomenda-se as intervenções listadas na Tabela 70 e na Tabela 71.

Tabela 70 - 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%da Zona Urbana	1. Manter a cobertura de 100% a Zona Urbana.	1.Imediato (até 2021)
Coleta Seletiva	1. Ausência da Coleta Seletiva	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	1. Imediato (até 2021) 2. Médio Prazo (até 2029) 3. Imediato (até 2021)

		cooperativas/associação de catadores	4. Imediato (até 2021)
Disposição Final do Resíduos	1. Disposição inadequada em lixões.	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.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021)
Taxa para Resíduos Sólidos Urbanos	1. Ausência da cobrança da taxa do serviço	1. Realização de estudo para analisar possibilidade de cobrança na taxa para execução do serviço.	1. Imediato (até 2021)

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

Tabela 71 - 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.

Zona Rural			
Componente do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Coleta Convencional	1. Ausência de coleta convencional	1.Implantar Coleta Convencional em toda Zona Rural	1.Imediato (até 2021)
Coleta Seletiva	1. Ausência da Coleta Seletiva	1. Estudo para avaliar melhor forma de Coleta Seletiva Implantar Coleta Seletiva com cobertura de 100%na Zona Rural. 2. Implantar Coleta Seletiva com cobertura de 100%na Zona Rural. 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	1. Imediato (até 2021) 2. Médio Prazo (até 2029) 3. Imediato (até 2021) 4. Imediato (até 2021)
Disposição Final do Resíduos	1. Disposição inadequada em lixões.	1.Consolidar o consorciamento do município de forma a viabilizar a destinação final ambientalmente adequada. 2. Ação de sensibilização da população do meio rural, sobre a destinação das embalagens de agrotóxicos, de fertilizantes e de remédios veterinários.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021)
Taxa para Resíduos Sólidos Urbanos	1. Ausência da cobrança da taxa do serviço	1. Realização de estudo para analisar possibilidade de cobrança na taxa para execução do serviço.	1. Imediato (até 2021)

Fonte: Comitê executivo PMSB Montanhas, 2018.

4.6.9 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 Montanhas, estão descritos na Tabela 72.

Tabela 72 - 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 PMSB Montanhas, 2018.

REFERÊNCIAS

AGRA, S. G. **Estudo Experimental de Microreservatório para Controle do escoamento Superficial**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 105 p.

ANA. **Portal de qualidade das águas**. 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 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 Fé. **Anais**. Santa Fé: Facultad de Ingenieria y CienciasHidricas de laUniversidad 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 nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília. DOU de 3 de agosto de 2010.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Publicada no DOU de 8 de janeiro de 2007. Seção 1.

BRASIL. **Lei nº 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 n  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. 1  da Lei n  8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n  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 n  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.

F GOLI, 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%CDCIA>>. Acesso em: 29 out 2017.

IGARN. **Programa  gua Azul – Demonstrativo das Análises das  guas 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: concepções clássicas de tratamento de esgotos**. Vol. 1, p. 41 a 42. São Paulo: Cetesb, 1975.

LIBRALATO, G.; GHIRARDINI, A. V.; AVEZZÙ, 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**. Técnica. 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 - Água 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.

PÔMPEU, C. A. **Drenagem Urbana Sustentável**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH, v. 5, n. 1, p. 15-23, 2000.

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. 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.

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