



**Produto D
Prospectiva e
Planejamento
Estratégico
Nísia Floresta
RN**

Setembro / 2019



PREFEITURA MUNICIPAL DE NÍSIA FLORESTA/RN

Prefeito

Daniel Gurgel Marinho Fernandes

Vice Prefeito

Hallina Dantas Macêdo

Comitê de Coordenação

Camila Maciel Ferreira - Secretária Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo

Bismark Pereira Sátiro - Secretário Adjunto de Urbanismo

Ricardo Marinho Nogueira Fernandes – Secretário de Articulação Institucional

Marcio dos Santos – Secretário Municipal de Transportes, Transito, Obras e Serviços Urbanos.

Comitê Executivo

George Ricardo França Farias - Engenheiro Civil

Leonel Bittencourt Baima - Fiscal Ambiental

José Ramires da Silva Filho – Gerente de Administração e Manutenção Patrimonial

Izam Bezerra da Silva – Coordenados de Fiscalização Ambiental

Rogério Nunes de Freitas Souza – Secretário Adjunto de Controle e Qualidade Ambiental

Equipe de Apoio Técnico – UFRN

Coordenação Geral:

Dr. Aldo Dantas
Geógrafo

Apoio Técnico Geral:

MSc. Elaine Lima
Administradora

Gilbrando Trajano
Junior
Engenheiro Ambiental

Lucas Costa
Geógrafo

Dr. Pablo Ruyz Aranha
Geógrafo

Dr. Paulo Cunha
Engenheiro Civil

Thiago Simonetti
Graduando em
Geografia

Equipe de apoio Projeção Populacional:

Joselito da Silveira
Junior
Geógrafo

Maiara Câmara
Engenheira Civil

Equipe de apoio técnico direto da Prospectiva e Planejamento Estratégico:

MSc. Giovana Medeiros
Engenheira Ambiental

Hanna Câmara
Graduanda de
Engenharia Civil



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

Membros Titulares:

1. Diógenes Santos de Sena – Matrícula Siape nº 1781456 – Coordenador
2. Ana Tereza Barreto Torres - Matrícula Siape nº 509960 – Coordenadora Substituta
3. Angelo José Varela Barca - Matrícula Siape nº 509983
4. Evanete Gomes da Silva - Matrícula Siape nº 509800
5. Roseane Batista da Cunha - Matrícula Siape nº 509899

Membros Suplentes:

- Divisão de Engenharia de Saúde Pública

1. Emanuel Gurgel Linhares - Matrícula Siape nº 1662533 – 1º Suplente
2. Alexandre Marcos Freire da Costa e Silva - Matrícula Siape nº 1747851 – 2º Suplente

- Serviço de Saúde Ambiental

1. Isaura Amália de Medeiros Azevedo Caria – Matrícula Siape nº 1746730 – 1º

Suplente

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

- Serviço de Convênios

1. Silvino Serafim de Medeiros Neto - Matrícula Siape nº 0509412 – 1º Suplente

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	18
2.	ANÁLISE SWOT	19
2.1	MATRIZ SWOT ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS, CULTURAIS, AMBIENTAIS E DE INFRAESTRUTURA	21
2.2	MATRIZ SWOT POLÍTICA DO SETOR DE SANEAMENTO	23
2.3	MATRIZ SWOT ABASTECIMENTO DE ÁGUA	24
2.4	MATRIZ SWOT ESGOTAMENTO SANITÁRIO	27
2.5	MATRIZ SWOT LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS 29	
2.6	MATRIZ SWOT MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	32
3.	CENÁRIOS, OBJETIVOS E METAS	34
4.	PROJEÇÃO DE DEMANDAS E PROSPECTIVAS TÉCNICAS	49
4.1	ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS DE GESTÃO E PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO / ARRANJOS INSTITUCIONAIS E AVALIAÇÃO POLÍTICO-INSTITUCIONAL DO SETOR DE SANEAMENTO.....	49
4.1.1	Da prestação de serviço	52
4.1.1.1	Prestação Municipal Direta.....	55
4.1.1.2	Prestação Municipal Indireta	55
4.1.1.3	Prestação por Companhias Regionais	56
4.1.1.4	Prestação por Consórcio Público	57
4.1.1.5	Prestação por Agentes Privados.....	58
4.1.1.6	Da escolha do município.....	59
4.1.2	Da regulação e fiscalização	59
4.1.2.1	Das possíveis entidades reguladoras	61
4.1.3	Do controle social	64
4.1.1	Da cooperação regional	67
4.1.2	Da criação da Política Municipal de Saneamento Básico	67
4.2	PROJEÇÃO DO CRESCIMENTO MUNICIPAL NO HORIZONTE DE REFERÊNCIA	69



4.2.1	Projeção Demográfica	69
4.2.1.1	Metodologia	69
4.2.1.2	Estimativa Populacional do Município de Nísia Floresta.....	72
4.2.2	Estimativa da População Flutuante do Município de Nísia Floresta.....	82
4.2.3	Estimativa populacional do sistema regionalizado de abastecimento de água de Nísia Floresta	82
4.2.4	Estimativa populacional do Consórcio para destinação de Resíduos Sólidos do Agreste	83
4.2.5	Áreas de expansão territorial	84
4.3	INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	86
4.3.1	Ligações de água	87
4.3.2	Rede de distribuição	97
4.3.3	Reservação.....	105
4.3.4	Estação elevatória de água tratada	111
4.3.5	Produção de água tratada	111
4.3.6	Descrição dos mananciais passíveis de utilização para o abastecimento de água na área de planejamento.....	115
4.3.7	Definição das alternativas de manancial para atender a área de planejamento	124
4.3.8	Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada	126
4.3.9	Previsão de eventos de emergência e contingência	129
4.4	INFRAESTRUTURA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	130
4.4.1	Projeção da vazão anual de esgotos ao longo dos próximos 20 anos para toda a área de planejamento.....	131
4.4.1.1	Projeção das demandas de esgoto da área rural e áreas especiais.....	138
4.4.2	Previsão das estimativas de carga e concentração de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e coliformes fecais (termotolerantes).....	145



4.4.3 Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada	157
4.4.4 Comparação das alternativas de tratamento local ou centralizado dos esgotos	166
4.4.5 Previsão dos eventos de emergência e contingência	169
4.5 INFRAESTRUTURA DE ÁGUAS PLUVIAIS	171
4.5.1 Projeção da demanda de drenagem urbana e manejo de águas pluviais ..	172
4.5.1.1 Hietogramas de Chuvas Máximas.....	172
4.5.1.2 Chuvas de curta duração (microdrenagem)	177
4.5.1.3 Chuvas críticas horárias ao longo de um dia (macrodrenagem)	179
4.5.2 Proposta de medidas mitigadoras para os principais impactos identificados	181
4.5.2.1 Medidas de controle para reduzir o assoreamento de cursos d'água e de bacias de retenção	183
4.5.2.2 Medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos sólidos nos corpos d'água	184
4.5.3 Diretrizes para o controle de escoamentos na fonte	185
4.5.4 Diretrizes para o tratamento de fundos de vale	190
4.5.5 Previsão de eventos de emergência e contingência	197
4.6 INFRAESTRUTURA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS... 198	198
4.6.1 Estimativas dos volumes de produção de resíduos sólidos e cobertura do sistema de limpeza urbana.....	198
4.6.2 Metodologia para o cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos	203
4.6.3 Regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos	208
4.6.4 Critérios para pontos de apoio ao sistema de limpeza	211
4.6.5 Descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa.....	213



4.6.6 Critérios de escolha da área para localização do bota-fora dos resíduos inertes gerados	217
4.6.7 Identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos	218
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	219
4.6.8.1 Procedimentos operacionais dos serviços públicos de limpeza urbana	220
<i>4.6.8.1.1 A coleta de resíduos sólidos domiciliares, comerciais e de varrição</i>	<i>220</i>
<i>4.6.8.1.2 A coleta de resíduos de poda</i>	<i>222</i>
<i>4.6.8.1.3 A coleta de resíduos de construção</i>	<i>223</i>
<i>4.6.8.1.4 Varrição de vias públicas, logradouros e feiras-livres</i>	<i>223</i>
<i>4.6.8.1.5 Capinação, roçagem, raspagem de linhas d'água e pintura de meio-fio</i>	<i>225</i>
<i>4.6.8.1.6 Coleta Seletiva</i>	<i>226</i>
4.6.8.2 Procedimentos operacionais para disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.....	227
4.6.9 Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada	228
4.6.10 Previsão de eventos de emergência e contingência	230
REFERÊNCIAS	231
APÊNDICE A – RELATÓRIO DA PARTICIPAÇÃO SOCIAL	236



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de desenvolvimento dos procedimentos para projeções populacionais.....	72
Figura 2 – Projeção da população total, urbana e rural pelo método AiBi.....	73
Figura 3 – Evolução da população do Município Nísia Floresta.	74
Figura 4 - Mapa de delimitação entre Zonas do Plano Diretor de Nísia Floresta.	78
Figura 5 – Distribuição percentual da população do Município de Nísia Floresta.	79
Figura 6 - Agrupamento dos Municípios que integram a Regional Agreste.	83
Figura 7 - Mapa de expansão urbana da Sede do município de Nísia Floresta.	86
Figura 8 – Componentes de um Sistema de Abastecimento de Água (SAA)	87
Figura 9 - Mapas de análise da precipitação anual dos municípios do RN.....	116
Figura 10 - Localização e volumes dos principais reservatórios do Estado do Rio Grande do Norte.	117
Figura 11 – Localização dos mananciais do Rio Grande do Norte analisados por Brasil et al.	120
Figura 12 - Mapa de aquíferos, poços e salinidade do Estado do Rio Grande do Norte.	125
Figura 13 – Componentes constituintes de um Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)	131
Figura 14 - Faixa de proteção sanitária e Faixa de uso restrito no entorno da área da ETE.....	159
Figura 15 – Hietograma de máximos para T=2 anos.	178
Figura 16 – Hietograma de máximos para T=10 anos.	178
Figura 17 – Hietograma de máximos para T=25 anos.	179
Figura 18 – Hietograma de máximos horários para T=2 anos.	180
Figura 19 – Hietograma de máximos horários para T=10 anos.	180
Figura 20 – Hietograma de máximos horários para T=25 anos.	181
Figura 21 – Projeção do volume por tipo de destinação dos resíduos sólidos no horizonte de planejamento.....	201
Figura 22 - Fases planejadas para o sistema de coleta.	220



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Metodologia da construção da matriz de análise SWOT.....	20
Tabela 2 - Matriz da análise SWOT referente aos aspectos Socioeconômicos, Culturais, Ambientais e de Infraestrutura do Município de Nísia Floresta.....	21
Tabela 3 - Matriz da análise SWOT referente aos aspectos da Política do setor de saneamento do Município de Nísia Floresta.	23
Tabela 4 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Abastecimento de Água da Zona Urbana do Município de Nísia Floresta.....	24
Tabela 5 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Abastecimento de Água da Zona Rural e Áreas Especiais do Município de Nísia Floresta.	26
Tabela 6 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Esgotamento Sanitário da Zona Urbana do Município de Nísia Floresta.	27
Tabela 7 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Esgotamento Sanitário da Zona Rural e Áreas Especiais do Município de Nísia Floresta.	28
Tabela 8 - Matriz da análise SWOT referente à Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos da Zona Urbana do Município de Nísia Floresta.....	29
Tabela 9 - Matriz da análise SWOT referente à Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos da Zona Rural e Áreas Especiais do Município de Nísia Floresta.	31
Tabela 10 - Matriz da análise SWOT referente ao Manejo de Águas Pluviais da Zona Urbana do Município de Nísia Floresta.....	32
Tabela 11 - Matriz da análise SWOT referente ao Manejo de Águas Pluviais da Zona Rural e Áreas Especiais do Município de Nísia Floresta.	33
Tabela 12 – Análise prospectiva da Situação Político-Institucional do setor de saneamento básico.	35
Tabela 13 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água da Zona Urbana.	38
Tabela 14 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água da Zona Rural e Áreas Especiais.....	40
Tabela 15 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de esgotamento sanitário da Zona Urbana.....	42
Tabela 16 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de esgotamento sanitário da Zona Rural e Áreas Especiais.	43



Tabela 17 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos da Zona Urbana.....	44
Tabela 18 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos da Zona Rural e Áreas Especiais.....	46
Tabela 19 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de manejo das águas pluviais da Zona Urbana.....	47
Tabela 20 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de manejo das águas pluviais da Zona Rural e Áreas Especiais.	47
Tabela 21 – Estimativa populacional do Município de Nísia Floresta.....	73
Tabela 22 – Informações sobre unidades de planejamento	75
Tabela 23 – Estimativa da evolução da população do Município Nísia Floresta.....	81
Tabela 24 - Estimativa populacional do Consórcio para destinação de Resíduos Sólidos do Agreste.....	84
Tabela 25 - Taxa de adensamento das comunidades rurais do município de Nísia Floresta.	88
Tabela 26 – Número de Ligações nas localidades urbanas a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.	90
Tabela 27 - Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.....	91
Tabela 28 – Continuação Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.	92
Tabela 29 – Continuação Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.	93
Tabela 30 – Continuação Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.	94
Tabela 31 – Continuação Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.	95
Tabela 32 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população urbana.....	99
Tabela 33 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural.....	100
Tabela 34 – Continuação Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural.	101



Tabela 35 – Continuação Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural.	102
Tabela 36 – Continuação Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural.	103
Tabela 37 – Continuação Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural.	104
Tabela 38 - Consumo médio per capita para populações dotadas de ligações domiciliares	108
Tabela 39 - Consumo médio per capita para populações desprovidas de ligações domiciliares.	108
Tabela 40 - Demanda de reservação de água em função do crescimento natural da população urbana.....	109
Tabela 41 - Demanda de reservação de água em função da população de saturação da Zona Rural.....	110
Tabela 42 - Demanda de água em função do crescimento natural da população urbana e universalização do serviço de abastecimento de água.....	113
Tabela 43 - Demanda de água em considerando a universalização do serviço de abastecimento de água em função da população de saturação da Zona Rural.	114
Tabela 44 - Dados de precipitação do município de Nísia Floresta	116
Tabela 45 - Valores dos índices de qualidade da água e do estado trófico dos principais mananciais do RN.....	119
Tabela 46 – Valores de análise da qualidade da água bruta dos principais mananciais utilizados para abastecimento de água no RN.....	122
Tabela 47 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Urbana.....	127
Tabela 48 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural e Áreas Especiais, comunidades com sistema de abastecimento por Nísia Floresta.....	128
Tabela 49 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de abastecimento de água.....	129
Tabela 50 – Projeção da extensão de rede coletora de esgoto e número de ligações estimadas para o horizonte de planejamento na sede do município.....	135



Tabela 51 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população urbana.....	137
Tabela 52 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural e áreas especiais.....	139
Tabela 53 – Continuação Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural e áreas especiais.....	140
Tabela 54 – Continuação Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural e áreas especiais.....	141
Tabela 55 – Continuação Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural e áreas especiais.....	142
Tabela 56 – Continuação Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural e áreas especiais.....	143
Tabela 57 - Níveis de tratamento dos esgotos	147
Tabela 58 - Breve descrição dos principais sistemas de tratamento de esgotos em nível secundário.....	147
Tabela 59 - Eficiências típicas de diversos sistemas de tratamento de esgotos na remoção de DBO e Coliformes.	150
Tabela 60 - Parâmetros de eficiência adotados no PMSB de Nísia Floresta.....	151
Tabela 61 – Estimativa da carga orgânica e remoção de DBO e Coliformes Fecais, sem tratamento e com diferentes tipos de tratamento para área urbana.....	152
Tabela 62 – Estimativa da concentração e remoção de DBO e Coliformes Fecais, sem tratamento e com diferentes tipos de tratamento para área urbana.....	155
Tabela 63 - Faixas de uso do solo no entorno da ETE (Lagoas de estabilização).....	159
Tabela 64 - Tipos de usos para a faixa de uso restrito.....	159
Tabela 65 - Características típicas de diversos sistemas de tratamento de esgotos, expressos em valores per capita.	161
Tabela 66 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Urbana, em relação ao sistema de esgotamento sanitário.	162
Tabela 67 - Faixas prováveis de remoção dos poluentes, conforme o tipo de tratamento, consideradas em conjunto com o tanque séptico.....	164
Tabela 68 - Algumas características dos processos de tratamento recomendados para áreas rurais (exclui tanque séptico).	164



Tabela 69 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural e Áreas Especiais, em relação ao sistema de esgotamento sanitário.	165
Tabela 70 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de esgotamento sanitário e suas respectivas ações.....	170
Tabela 71 - Precipitações máximas diárias anuais do município de Nísia Floresta.	173
Tabela 72 - Períodos de retorno recomendados para obras de drenagem.	174
Tabela 73 - Cálculo do período de retorno.	174
Tabela 74 - Cálculo das precipitações máximas diárias através da distribuição de Gumbel.	176
Tabela 75 - Relações entre durações.	176
Tabela 76 – Principais características das medidas de controle de escoamento na fonte.	189
Tabela 77 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda observada para a Zona Urbana, em relação à Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais.	193
Tabela 78 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda observada para a Zona Rural e Áreas Especiais, em relação à Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais.....	195
Tabela 79 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de drenagem de águas pluviais.....	197
Tabela 80 – Projeção do cenário para a geração e destinação final dos resíduos sólidos para a Zona Urbana do Município Nísia Floresta.....	200
Tabela 81 – Projeção do cenário para a geração de resíduos sólidos para a Zona Rural e Áreas Especiais do Município Nísia Floresta.....	202
Tabela 82 – Cálculo de Taxa para Resíduos Sólidos Urbanos.....	207
Tabela 83 – situação da implantação da logística reversa das diversas cadeias.....	214
Tabela 84 - 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.....	228
Tabela 85 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para o serviço de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos para a Zona Rural e Áreas Especiais.	229



Tabela 86 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos..... 230



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, conseqüentemente, 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 Nísia Floresta é a ferramenta de planejamento estratégico para o alcance desse objetivo.

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

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

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



2. ANÁLISE SWOT

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

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

Nesse contexto, quando a análise se volta para as questões relacionadas aos aspectos Socioeconômicos, Culturais, Ambientais 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 gerenciados para buscar oportunidades ou para neutralizar ameaças futuras, enquanto ao identificar os pontos fracos os quais fragilizam os sistemas e serviços, é possível estabelecer objeto de ações estratégicas para remediação dos passivos, suprimento dos déficits, estruturação dos sistemas e fortalecimento institucional.

Considerando que o planejamento não é estático, ressalta-se que as características observadas como 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 SWOT ASPECTOS 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 Nísia Floresta 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 Nísia Floresta.

		Pontos Fortes	Itens de Reflexão	Pontos Fracos
		Forças		Fraqueza
Ambiente Interno		<ol style="list-style-type: none"> 1. A topografia favorece o escoamento pluvial por gravidade. 2. Formação rochosa com relevante interesse turístico; 3. Apresenta Solos Aluviais que são fonte de nutrientes para as plantas, auxiliando no cultivo de algumas culturas; 4. Estações chuvosas bem definidas facilitando o planejamento dos serviços de saneamento básico; 5. Disponibilidade de água subterrânea; 6. A predominância da qualidade das águas subterrâneas no município é água doce. 	<p>Aspectos físicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geologia - Relevo - Solos - Clima <p>- Recursos Hídricos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vegetação 	<ol style="list-style-type: none"> 1. O relevo favorece o carregamento de materiais e contaminantes para os corpos hídricos. 2. O solo arenoso facilita a infiltração de águas servidas, contaminando os lençóis freáticos; 3. Água salobra em alguns locais devido as características naturais do lençol freático e a proximidade com o mar (efeito cunha salina). 4. Redução de mata ciliar. 5. Complexa extensão territorial (comunidades muito dispersas). 6. Os recursos hídricos sofrem contaminação devido ao uso das fossas sépticas ainda existentes;
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Oferta de serviços de saúde na atenção básica 2. Rede pública de ensino nas zonas urbanas e rural e áreas especiais. 3. Avanço no IDH nos últimos anos. 4. Aumento de unidades habitacionais por incentivo dos programas sociais federais. 5. Implantação de novos loteamentos e condomínios. 6. Cobertura 100% de assistência em saúde bucal. 7. Cobertura de assistência em saúde prisional. 	<p>Aspectos sociais e demográficos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Demografia - Saúde - Educacionais - Renda e Ocupação - IDH Municipal - Condições de Habitação 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grande extensão territorial (comunidades muito dispersas) 2. Alto índice de desemprego. 3. Ausência de infraestrutura nas áreas de expansão. 4. Muitas estradas vicinais. 5. Ocupação desordenada de áreas de APP. 6. População dispersa em várias comunidades, 7. Alto índice de gestação em adolescentes. 8. Presença constante de arboviroses associado ao potencial hídrico do município.



	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	<ol style="list-style-type: none">1. Investimento em proteção de rios, lagoas e dunas.2. Aumentar a disseminação da política de educação ambiental3. Aquífero favorável à perfuração de poços para aumentar a oferta d'água;4. APA Bonfim - Guarairas	Aspectos físicos: <ul style="list-style-type: none">- Geologia- Relevo- Solos- Clima - Recursos Hídricos - Vegetação	<ol style="list-style-type: none">1. Contaminação e/ou poluição do solo, do ar e dos corpos hídricos em virtude de determinadas atividades turísticas;2. Deslizamento de encostas (movimento de massas);3. Expansão urbana e a grande incidência de desmatamento nas áreas de preservação.4. Contaminação de corpos hídricos advindo de outros municípios.
	<ol style="list-style-type: none">1. Investimento no turismo como gerador de emprego e renda.2. Cobrança de taxa de serviço para o população rural, devido ao abastecimento de água, visando a diminuição no desperdício de água.3. Existência de programas federais de distribuição de renda.	Aspectos sociais e demográficos: <ul style="list-style-type: none">- Demografia- Saúde- Educacionais- Renda e Ocupação- IDH Municipal - Condições de Habitação	<ol style="list-style-type: none">1. O município apresenta uma população flutuante em meses turísticos;2. Oferta de empregos em outros municípios3. Redução dos recursos federais destinados a saúde, educação e assistência social do município.4. Penitenciária Estadual de Alcaçuz.

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

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 Nísia Floresta, 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 Nísia Floresta.

	Pontos Fortes	Itens de Reflexão	Pontos Fracos
	Forças		Fraqueza
Ambiente Interno	<ol style="list-style-type: none"> Existência do Plano Diretor; Lei Orgânica Municipal Existência do Código de Obras; Elaboração do Plano de Saneamento Básico; Existência de Código de Meio Ambiente; Departamento de Vigilância Sanitária; Conselho gestor – APA Bonfim Guaraíras. 	<ul style="list-style-type: none"> - Legislação Municipal - Regulação - Programas locais de interesse do Saneamento Básico - Participação e controle social - Política Tarifária 	<ol style="list-style-type: none"> Plano diretor precisando ser revisado. Inexistência do plano de contingência da defesa civil Alta demanda de fiscalização. Estrutura de fiscalização Ineficiente. Inexistência de um sistema de informação dos serviços de saneamento básico; Ausência de política tarifária relacionada aos quatro componentes do saneamento básico.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	<ol style="list-style-type: none"> Existência de uma Política Nacional de Saneamento Básico norteadora das ações municipais para estruturação dos setores; Consócio Intermunicipal de Resíduos Sólidos; 	<ul style="list-style-type: none"> - Políticas Nacionais - Políticas Estaduais - Regionalização - Mecanismos de Cooperação com outros entes federados 	<ol style="list-style-type: none"> Rejeição da população referente a criação da cobrança de taxa tarifária; Morosidade burocrática; Poucas opções de agência reguladora estadual. Resistência da sociedade quanto a obediência a novas legislações Resistência da sociedade a criação de novos tributos. Falta de recursos federais

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

2.3 MATRIZ SWOT ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Na análise estratégica dos sistemas que compõem a infraestrutura e serviço de saneamento básico municipal, faz-se necessária uma análise separada dos cenários voltados às ocupações urbanas e rurais, tendo em vista as distintas realidades que as integram. A Tabela 4 é constituída pela matriz da análise SWOT, no que se refere aos sistemas de abastecimento de água da zona urbana do Município de Nísia Floresta, enquanto a Tabela 5 se volta para os sistemas da Zona Rural e Áreas Especiais, 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 Nísia Floresta.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	<ol style="list-style-type: none">1. Existência de rede de distribuição em 100% da sede.2. Fornecimento de água potável.3. Manancial subterrâneo com parâmetros físico-químicos de boa qualidade;4. Existência de um escritório da CAERN na cidade. .	<ul style="list-style-type: none">- Informações comerciais- Informações financeiras- Estrutura operacional e recursos disponíveis- Infraestrutura do sistema de Abastecimento de água- Qualidade da água	<ol style="list-style-type: none">1. Elevado índice de perdas.2. Estrutura operacional reduzida e falta de equipe emergência;3. Ausência de reservatórios para regularização da vazão fornecida, em sua maioria, as águas dos poços são captadas e lançadas direto na rede de distribuição;4. Ausência de cadastro na rede de distribuição.5. Ausência de macromedidor.6. Existe apenas manutenção corretiva.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças



Ambiente Externo	<ol style="list-style-type: none">1. Adotar programa de manutenção preventiva e limpeza da rede de distribuição;2. Disponibilização de recursos federais e estaduais para investimento no setor.3. Fiscalização efetiva para evitar desvios de consumo;4. Criação de novos reservatório e regularização efetiva da distribuição.	<p>- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Abastecimento de água - Qualidade da água</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Falta de controle na abertura de poços particulares;2. Ligações clandestinas feitas pelos munícipes;3. Fontes poluidoras dos poços devido à proximidade de fossa sépticas;4. Falta de hidrômetro em algumas residências;5. Estrutura operacional bem reduzida,6. A construção de extensões de redes particulares desordenadas;
-------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

Tabela 5 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Abastecimento de Água da Zona Rural e Áreas Especiais do Município de Nísia Floresta.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	<ol style="list-style-type: none"> Muitas comunidades possuem poços tubulares cuja água captada destina-se ao uso doméstico e a dessedentação animal; Comunidades com reservatórios; Fácil acesso para população de baixa renda; Programa de controle da qualidade de água Vigiágua. 	<ul style="list-style-type: none"> - Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Abastecimento de água - Qualidade da água 	<ol style="list-style-type: none"> Não existe cadastro de rede das comunidades com água encanada para controle e acompanhamento da evolução de dados cadastrais; Não há cobrança tarifária no abastecimento; Alto gasto com manutenção e funcionamento; Falta de reservatórios domiciliares o que dificulta a vazão contínua do sistema pela rede; Inexistência de associações comunitárias. Falta de equipamentos reserva (bomba, tubulação, etc);
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	<ol style="list-style-type: none"> Existência de programa de combate a perdas. A CAERN atender a todas as comunidades. Disponibilização de recursos federais e estaduais para investimento no setor; Melhorar os Sistemas de Abastecimento das Comunidades Implantação de sistemas de tratamento de água. Melhoria de condições de reservatórios de água. 	<ul style="list-style-type: none"> - Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Abastecimento de água - Qualidade da água 	<ol style="list-style-type: none"> Ligações clandestinas pelos munícipes; Fontes poluidoras dos poços.

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

2.4 MATRIZ SWOT ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Na análise estratégica dos sistemas que compõem a infraestrutura e serviço de saneamento básico municipal, faz-se necessária uma análise separada dos cenários voltados às ocupações urbanas e rurais, tendo em vista as distintas realidades que as integram. A Tabela 6 é constituída pela matriz da análise SWOT, no que se refere aos sistemas de esgotamento sanitário da zona urbana do Município de Nísia Floresta, enquanto a Tabela 7 se volta para os sistemas da Zona Rural e Áreas Especiais, 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 Nísia Floresta.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	1. Existência de fossas sépticas na zona urbana.	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Esgotamento Sanitário - Qualidade do esgoto bruto e tratado	1. Inexistência de rede coletora de esgoto no município. 2. Dificil licenciamento de áreas por estar inserido em uma APA. 3. Predominância da utilização de fossas rudimentares. 4. Esgoto a céu aberto.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	1. Implantação da rede coletora de esgotamento sanitário; 2. Disponibilização de recursos federais e estaduais para investimento no setor; 3. Existência do Programa de Melhorias Sanitárias desenvolvido pela FUNASA para as habitações.	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Esgotamento Sanitário - Qualidade do esgoto bruto e tratado	1. Rejeição da população referente a criação de taxa tarifária. 2. Poluição do lençol freático e de mananciais.

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

Tabela 7 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Esgotamento Sanitário da Zona Rural e Áreas Especiais do Município de Nísia Floresta.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	1. Existência de fossas sépticas em algumas localidades.	<ul style="list-style-type: none"> - Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Esgotamento Sanitário - Qualidade do esgoto bruto e tratado 	1. Inexistência de rede coletora de esgoto; 2. Número elevado de fossas rudimentares; 3. Lançamento inadequado de águas residuais em vias públicas e sarjetas; 4. Lançamento de esgoto a céu aberto; 5. Inexistência de banheiro em algumas residências.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	1. Existência de tecnologias sociais para aplicação na zona rural, tais como: fossa séptica, sumidouro e biodigestor; 2. Possibilidade de reaproveitamento dos esgotos como ferramenta social para uso frutífero e geração de renda dos munícipes; 3. Disponibilização de recursos federais e estaduais para investimento no setor; 4. Existência do Programa de Melhorias Sanitárias desenvolvido pela FUNASA para as habitações.	<ul style="list-style-type: none"> - Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Esgotamento Sanitário - Qualidade do esgoto bruto e tratado 	1. Possibilidade de contaminação do solo devido ao lançamento inadequado dos efluentes, aumentando assim o risco de doenças; 2. Possibilidade de contaminação dos mananciais superficiais e subterrâneos.

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

2.5 MATRIZ SWOT LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Na análise estratégica dos sistemas que compõem a infraestrutura e serviço de saneamento básico municipal, faz-se necessária uma análise separada dos cenários voltados às ocupações urbanas e rurais, tendo em vista as distintas realidades que as integram. A Tabela 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 Nísia Floresta, enquanto a Tabela 9 se volta para os sistemas da Zona Rural e Áreas Especiais, 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 Nísia Floresta.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	<ol style="list-style-type: none">1. Cobertura de toda a população.2. Coleta de lixo regular.3. Lixo hospitalar separado.4. Possui atividades de varrição, serviços congêneres, acondicionamento, coleta, transporte, transferência e disposição final dos resíduos.5. Serviço de coleta de RCC, podas e capinação.6. Cobrança pelo serviço de limpeza urbana.7. Reuso de entulho para nivelamento de estradas.8. Cadastramento dos catadores de lixo.9. Disposição de containers.	<ul style="list-style-type: none">- 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	<ol style="list-style-type: none">1. Disposição final inadequada2. Ausência de coleta seletiva no município.3. Ausências de ecopontos ou PEV's.4. Não existem cooperativas ou associações de catadores.5. Obstrução do sistema de drenagem pluviais;
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças



Ambiente Externo	<ol style="list-style-type: none">1. Inserção em consórcio regional para destinação adequada de resíduos;2. Possibilidade de ações consorciadas com municípios vizinhos;3. Criação de cooperativas ou associações de catadores;4. Existência do Projeto de Modernização dos Sistemas Públicos de Coleta, Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos da FUNASA.	<ul style="list-style-type: none">- 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	<ol style="list-style-type: none">1. Aumento do risco de doenças devido à destinação incorreta dos resíduos;2. Proliferação de vetores;3. Ausência de incentivos para criação de cooperativas;4. Contaminação do solo, ar, mananciais superficiais e subterrâneos;
-------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

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

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cobertura de coleta de 100% na zona rural; 2. Coleta realizada utilizando caminhões compactadores; 3. Coleta de RSS; 4. Varrição e capinação das ruas pavimentadas; 5. Pintura de meio fios e limpeza de prédios públicas. 	<ul style="list-style-type: none"> - 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 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Destinação final inadequada dos RS; 2. Não existe cooperativa e/ou associações de catadores; 3. Ausência de coleta seletiva; 4. Lançamento de resíduos a céu aberto e às margens de mananciais superficiais.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inserção em consorcio regional para destinação adequada de resíduos; 2. Criação de cooperativas ou associações de catadores; 3. Implantação de política de educação ambiental; 4. Existência do Projeto de Modernização dos Sistemas Públicos de Coleta, Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos da FUNASA. 	<ul style="list-style-type: none"> - 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 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumento do risco de doenças devido à destinação incorreta dos resíduos; 2. Proliferação de vetores; 3. Ausência de incentivos para criação de cooperativas; 4. Contaminação do solo, ar, mananciais superficiais e subterrâneos;

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

2.6 MATRIZ SWOT MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Na análise estratégica dos sistemas que compõem a infraestrutura e serviço de saneamento básico municipal, faz-se necessária uma análise separada dos cenários voltados às ocupações urbanas e rurais, tendo em vista as distintas realidades que as integram. A Tabela 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 Nísia Floresta, enquanto a Tabela 11 se volta para os sistemas da Zona Rural e Áreas Especiais, 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 Nísia Floresta.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	<ol style="list-style-type: none">1. Pavimentação de 70% da sede do município2. Implantação de drenagem superficial nas vias pavimentadas3. Existência de sistema de microdrenagem.	<ul style="list-style-type: none">- Bacias e sub bacias hidrográficas- Precipitações e deflúvio superficial- Estrutura de drenagem e manejo das águas pluviais- Identificação de áreas de risco	<ol style="list-style-type: none">1. Prevalência de pavimentos impermeáveis.2. Existência de áreas sem pavimentação.3. Inexistência de estrutura de drenagem adequada.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	<ol style="list-style-type: none">1. Estudo sobre a drenagem nos pontos críticos da zona urbana;2. Existência de convênios do Ministério das Cidades para Pavimentação com Drenagem Superficial de ruas;	<ul style="list-style-type: none">- Bacias e sub bacias hidrográficas- Precipitações e deflúvio superficial- Estrutura de drenagem e manejo das águas pluviais- Identificação de áreas de risco	<ol style="list-style-type: none">1. Ocorrência de eventos chuvosos intensos;2. Existência de áreas de risco de desmoronamento por falta de drenagem;3. Construção irregulares em áreas de risco;

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



Tabela 11 - Matriz da análise SWOT referente ao Manejo de Águas Pluviais da Zona Rural e Áreas Especiais do Município de Nísia Floresta.

	Pontos Fortes	Itens de Reflexão	Pontos Fracos
	Forças		Fraqueza
Ambiente Interno	<ol style="list-style-type: none">1. Pavimentação de ruas nas comunidades rurais;2. O município é favorecido por possuir uma topografia plana.	<ul style="list-style-type: none">- Bacias e sub bacias hidrográficas- Precipitações e deflúvio superficial- Estrutura de drenagem e manejo das águas pluviais- Identificação de áreas de risco	<ol style="list-style-type: none">1. Degradação de áreas de preservação permanente;2. Pavimentação de algumas ruas sem a drenagem necessária
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	<ol style="list-style-type: none">1. Estudo sobre a estrutura de drenagem da zona rural;2. Estabelecer convênio com os governos, estadual e federal para realizar obras de drenagem no município	<ul style="list-style-type: none">- Bacias e sub bacias hidrográficas- Precipitações e deflúvio superficial- Estrutura de drenagem e manejo das águas pluviais- Identificação de áreas de risco	<ol style="list-style-type: none">1. Desmatamento da mata ciliar;2. Diminuição de repasses federais e estaduais;3. Ocorrência de eventos chuvosos intensos.

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 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 Nísia Floresta, e avaliado com o uso da metodologia de Análise SWOT, a qual possibilitou a construção das matrizes que expressam as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças para o setor do saneamento básico municipal, foi possível construir o planejamento de um cenário futuro, para o qual foram postos objetivos e metas para alcance dos princípios estabelecidos pela Lei nº 11.445/2007, sendo priorizadas a identificação e sistematização das principais expectativas manifestadas pela população a respeito dos cenários futuros a serem construídos, além dos critérios técnicos, que compatibilizados permitiram construir uma escala de primazia entre os objetivos.

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

Da Tabela 12 a Tabela 20, estão apresentadas as análises prospectivas do saneamento básico do município de Nísia Floresta, 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						
	Situação político-institucional do setor de saneamento	Atendimento Adequado	Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				Prioridade
					Imediato	Curto	Médio	Longo	
					2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038	
Lei orgânica	Existente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	1. Manter em conformidade	Analisar e atualizar a lei sempre que ocorrer alterações nas legislações Federais e Estaduais, assim como quando houver mudança significativa na realidade local.	100%	100%	100%	100%	1
Código de obras e edificações	Existente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	2. Manter em conformidade	Analisar e atualizar a lei sempre que ocorrer alterações nas legislações Federais e Estaduais, assim como quando houver mudança significativa na realidade local.	100%	100%	100%	100%	1
Código sanitário	Inexistente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	3. Elaborar a Lei	Elaboração de lei a curto prazo	0%	100%	100%	100%	1
Código de meio ambiente	Existente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	4. Manter em conformidade	Analisar e atualizar a lei sempre que ocorrer alterações nas legislações Federais e Estaduais, assim como quando houver mudança significativa na realidade local.	100%	100%	100%	100%	1
Plano de contingência	Inexistente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	5. Elaborar a Lei.	Elaboração de lei a médio prazo.	0%	0%	100%	100%	2



Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						
	Situação político-institucional do setor de saneamento	Atendimento Adequado	Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				Prioridade
					Imediato	Curto	Médio	Longo	
					2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038	
Plano diretor	Existente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	6. Manter em conformidade	Iniciar processo de atualização no ano de 2019.	100%	100%	100%	100%	1
Política Municipal de Saneamento Básico	Inexistente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	7. Elaborar a Lei.	Elaborar a lei até final de 2019.	100%	100%	100%	100%	1
Lei Tributária	Existente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	8. Manter em conformidade.	Analisar e atualizar a lei sempre que ocorrer alterações nas legislações Federais e Estaduais, assim como quando houver mudança significativa na realidade local.	100%	100%	100%	100%	1
Plano de Gestão Ambiental	Inexistente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	9. Elaborar a Lei	Elaborar lei a curto prazo	0%	100%	100%	100%	1
Contrato de concessão do serviço de abastecimento de água e esgotamento sanitário	Existente	Conformidade com as necessidades e realidade do município.	10. Manter em conformidade.	Analisar e atualizar o contrato sempre que a prestação do serviço não for adequada e quando houver mudança significativa na realidade local.	100%	100%	100%	100%	1
Política de educação ambiental e sanitária	Inexistente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	11. Elaborar lei	Elaborar lei a curto prazo	0%	100%	100%	100%	1
Lei de regulamentação de	Inexistente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a	12. Elaborar a lei	Elaborar lei a curto prazo	0%	100%	100%	100%	1



Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						
	Situação político-institucional do setor de saneamento	Atendimento Adequado	Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				Prioridade
					Imediato	Curto	Médio	Longo	
					2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038	
pequenos e grandes geradores de resíduos sólidos		realidade local.							
Lei de regulamentação de logística reversa	Inexistente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	13. Elaborar a lei	Elaborar lei a curto prazo	0%	100%	100%	100%	1

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



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

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						
	Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água – Zona Urbana	Atendimento Adequado	Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				Prioridade
					Imediato	Curto	Médio	Longo	
2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038						
Cobertura do abastecimento de água	100%	100%	14. Manter a universalização	Ampliação cobertura de acordo com o aumento das construções	100%	100%	100%	100%	1
Cadastro das unidades	Desatualizado	100%	15. Manter atualizado o cadastro de todas as unidades com ligação direta de água	Cadastrar as unidades sempre que instalados novos ramais	5% ao ano	7,5% ao ano	7,5% ao ano	5% ao ano	3
Índice de micromedicação	94%	100%	16. Garantir a universalização de micromedicação	Atingir e manter 100% de micromedicação e substituição dos hidrômetros fora do prazo de validade até 2025.	94%	100%	100%	100%	1
Potabilidade da água	Conforme	Conformidade com os padrões da Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde	17. Manter as condições de potabilidade da água fornecida	Manter a qualidade da água em conformidade com os padrões da Portaria de Consolidação nº 5 do MS	100%	100%	100%	100%	1
Índice de Perdas	42%	Máximo 25%	18. Alcançar e manter o máximo de 25% de perdas	Reduzir o índice de perdas até ficar menor ou igual a 25%	- 4% ao ano	- 4% ao ano	≤ 25%	≤ 25%	2
Inadimplência	Ausência de Registro	0%	19. Realizar estudo para identificação da inadimplência	Identificar inadimplência a médio prazo	Em adequação	5% ao ano	10% ao ano	5% ao ano	3
Produção de água/Demanda	1,34	1	20. Garantir que a produção de água atenda a demanda requerida	Adequar a produção de água para manter a demanda instalada para que o índice seja igual a 1.	Em adequação	0,10%	0,10%	0,14%	3
Manutenção da infraestrutura do	Não atende	Manutenção preventiva e corretiva	21. Alcançar e manter a qualidade da	Alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da	Em adequação	Atender	Atender	Atender	1



Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						Prioridade
	Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água – Zona Urbana	Atendimento Adequado	Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				
					Imediato	Curto	Médio	Longo	
					2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038	
sistema		da infraestrutura do sistema em conformidade	infraestrutura do sistema	infraestrutura do sistema em curto prazo					

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



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

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						Prioridade
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				
	Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água – Zona Rural e Áreas Especiais	Atendimento Adequado			Imediato	Curto	Médio	Longo	
					2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038	
Cobertura do abastecimento de água	Ausência de registro	100%	22. Universalizar o abastecimento de água	Atingir a cobertura de abastecimento de água em curto prazo	Em adequação	5% ao ano	5% ao ano	7,5% ao ano	3
Cadastro das unidades	Ausência de registro	100%	23. Universalizar o cadastramento de todas as unidades que tem ligação direta de água	Atingir o cadastramento de todas as unidades em curto prazo e manter no período planejado para novas construções	Em adequação	5% ao ano	5% ao ano	7,5% ao ano	3
Índice de micromedicação	Ausência de registro	100%	24. Garantir a universalização de micromedicação	Atingir e manter 100% de micromedicação e substituição dos hidrômetros fora do prazo de validade até 2025.	Em adequação	5% ao ano	5% ao ano	7,5% ao ano	3
Potabilidade da água	Ausência de registro	Atendimento aos requisitos da Portaria 2914 do Ministério da Saúde	25. Garantir a potabilidade da água de abastecimento	Adequar e manter a qualidade da água e amostragem em conformidade com os requisitos da portaria 2914 do MS durante todo o horizonte de planejamento	Em adequação	5% ao ano	5% ao ano	7,5% ao ano	3
Índice de Perdas	Ausência de registro	Máximo 15%	26. Alcançar e manter o máximo de 15% de perdas	Reduzir o índice de perdas até ficar menor ou igual a 15%	Em adequação	<15%	<15%	<15%	1
Inadimplência	Ausência de registro	0%	27. Eliminar a inadimplência	Reduzir a inadimplência a 0%	Em adequação	5% ao ano	5% ao ano	7,5% ao ano	3
Produção de água/Demanda	Ausência de registro	1	28. Garantir que a produção de água atenda a demanda requerida	Adequar a produção de água para manter a demanda instalada para que o índice seja igual a 1	Em adequação	5% ao ano	5% ao ano	7,5% ao ano	3
Manutenção da	Ausência de	Manutenção	29. Alcançar e manter	Alcançar e manter conformidade na	Em	Atender	Atender	Atender	1



Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						
	Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água – Zona Rural e Áreas Especiais	Atendimento Adequado	Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				Prioridade
					Imediato	Curto	Médio	Longo	
					2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038	
infraestrutura do sistema	registro	preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	a qualidade da infraestrutura do sistema	manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	adequação				

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



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
	Situação do serviço e infraestrutura de esgotamento sanitário – Zona Urbana	Atendimento Adequado			Imediato 2019 a 2022	Curto 2023 a 2026	Médio 2027 a 2030	Longo 2031 a 2038	
Cobertura	0%	100%	32. Atingir e manter a universalização do sistema coletivo de esgotamento sanitário	Implantar o sistema coletivo de esgotamento sanitário e manter após universalização.	0%	5% ao ano	6% ao ano	7% ao ano	3
Adequação de banheiros	Ausência de registro	100% dos banheiros adequados, conforme padrão estabelecido pela FUNASA	33. Atingir e manter adequação de todos os banheiros das habitações do município	Adequar e construir banheiros, nos padrões estabelecidos pela FUNASA, para atingir 100% de adequação para todas as habitações do município	0%	50%	50%	100%	2
Destinação final adequada	Inexistente	100% do esgoto coletado destinado com eficiência	34. Atingir e manter eficiência adequada de tratamento em função da destinação final do esgoto	Implantar sistemas de tratamento para atingir eficiência adequada à destinação final do esgoto em médio prazo.	0%	5% ao ano	6% ao ano	7% ao ano	3
Reuso do esgoto tratado	Inexistente	100% do esgoto tratado utilizado para reuso em conformidade com o licenciamento ambiental	35. Atingir 100% do esgoto tratado utilizado para reuso em conformidade com o licenciamento ambiental.	Destinar 100% do esgoto tratado em conformidade para reuso.	0%	5% ao ano	6% ao ano	7% ao ano	3
Manutenção da infraestrutura do sistema	Inexistente	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	36. Alcançar e manter a qualidade da infraestrutura do sistema	Alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	0%	5% ao ano	6% ao ano	7% ao ano	3

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



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

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						Prioridade
	Situação do serviço e infraestrutura de esgotamento sanitário – Zona Rural e Áreas Especiais	Atendimento Adequado	Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				
					Imediato	Curto	Médio	Longo	
					2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038	
Cobertura	Inexistente	100%	37. Atingir e manter a universalização do sistema coletivo de esgotamento sanitário	Implantar o sistema coletivo de esgotamento sanitário e manter após universalização.	0%	5% ao ano	6% ao ano	7% ao ano	3
Adequação de banheiros	Ausência de registro	100% dos banheiros adequados, conforme padrão estabelecido pela FUNASA	38. Atingir e manter adequação de todos os banheiros das habitações do município	Adequar e construir banheiros, nos padrões estabelecidos pela FUNASA, para atingir 100% de adequação para todas as habitações do município	0%	50%	50%	100%	2
Destinação final adequada	Inexistente	100% do esgoto coletado destinado com eficiência	39. Atingir e manter eficiência adequada de tratamento em função da destinação final do esgoto	Implantar sistemas de tratamento para atingir eficiência adequada à destinação final do esgoto em médio prazo.	0%	5% ao ano	6% ao ano	7% ao ano	3
Reuso do esgoto tratado	Inexistente	100% do esgoto tratado utilizado para reuso em conformidade com o licenciamento ambiental	40. Atingir 100% do esgoto tratado utilizado para reuso em conformidade com o licenciamento ambiental.	Destinar 100% do esgoto tratado em conformidade para reuso.	0%	5% ao ano	6% ao ano	7% ao ano	3
Manutenção da infraestrutura do sistema	Inexistente	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	41. Alcançar e manter a qualidade da infraestrutura do sistema	Alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	0%	5% ao ano	6% ao ano	7% ao ano	3

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



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 do serviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos – Zona Urbana	Atendimento Adequado			2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038		
Cobertura da coleta de RSU	100%	100%	42. Manter a universalização do atendimento	Coletar os RSU em toda a área urbana.	100%	100%	100%	100%	1
				Adequar a oferta de serviço à expansão urbana.	100%	100%	100%	100%	1
Cobertura da coleta seletiva	0%	100%	43. Alcançar e manter a universalização do atendimento	Alcançar universalização da cobertura da coleta seletiva, com implantação por bairros.	0%	10% ao ano	7% ao ano	100%	2
Destinação adequada RS	0%	100%	44. Destinar adequadamente os RS	Disposição final do rejeito em aterros sanitários	0%	5% ao ano	5% ao ano	60%	3
	0%			Destinação adequada do material reciclável e reaproveitamento	0%	5% ao ano	5% ao ano	60%	3
	100%			Destinação adequada dos RSS	100%	100%	100%	100%	1
	0%			Destinação adequada dos RCC	0%	5% ao ano	5% ao ano	100%	3
Cobertura do serviço limpeza pública	100%	100%	45. Alcançar e manter a universalização do serviço de limpeza pública	Manter 100% de varrição de ruas pavimentadas	100%	100%	100%	100%	1
	100%			Alcançar e manter 100% de coleta de volumosos	100%	100%	100%	100%	1
	100%			Alcançar e manter 100% de poda e capina	100%	100%	100%	100%	1
	100%			Alcançar e manter 100% de implantação de PEV	100%	100%	100%	100%	1
Per capita de produção de RS	0.58kg/hab.dia	Redução contínua da produção	46. Reduzir a produção de resíduos sólidos	Criar programas de conscientização da população para alcançar a redução contínua da geração dos RSU	<1% ao ano	<1% ao ano	<1% ao ano	<1% ao ano	1



Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						Prioridade
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				
	Imediato	Curto			Médio	Longo			
	Situação do serviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos – Zona Urbana	Atendimento Adequado			2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038	
Manutenção da infraestrutura do sistema	Não atende	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	47. Alcançar e manter a qualidade da infraestrutura do sistema	Alcançar e manter em conformidade a manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Em adequação	Atender	Atende	Atende	1

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



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

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						Prioridade
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				
					Imediato	Curto	Médio	Longo	
Situação do serviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos – Zona Rural e Áreas Especiais	Atendimento Adequado			2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038		
Cobertura da coleta de RSU	100%	100%	48. Alcançar e manter a universalização do atendimento	Coletar os RS em toda a área rural e áreas especiais, com metodologia conforme estudo de viabilidade. Adequar a oferta de serviço à expansão da demanda.	100%	100%	100%	100%	1
Cobertura da coleta seletiva	Inexistente	100%	49. Alcançar e manter a universalização do atendimento	Alcançar universalização da cobertura da coleta seletiva, com implantação por comunidade.	0%	10% ao ano	7% ao ano	100%	2
Destinação adequada RS	0%	100%	50. Destinar adequadamente os RS	Disposição final do rejeito em aterros sanitários	0%	5% ao ano	5% ao ano	60%	3
	0%			Destinação adequada do material reciclável e reaproveitamento	0%	5% ao ano	5% ao ano	60%	3
	Ausência de registro			Destinação adequada dos RSS	100%	100%	100%	100%	1
	0%			Destinação adequada dos RCC	0%	5% ao ano	5% ao ano	100%	3
Per capita de produção de RS	0,44 kg/hab.dia*	Redução contínua da produção	51. Reduzir a produção de resíduos sólidos	Criar programas de conscientização da população para alcançar a redução contínua da geração dos RS	100%	100%	100%	100%	1
Manutenção da infraestrutura do sistema	Não atende	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	52. Alcançar e manter a qualidade da infraestrutura do sistema	Alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Em adequação	Atender	Atende	Atende	1

NOTA: *Dado comumente adotado nas literaturas.

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



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						Prioridade
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				
	Situação do serviço e infraestrutura de manejo das águas pluviais – Zona Urbana	Atendimento Adequado			Imediato	Curto	Médio	Longo	
2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038						
Cobertura de Pavimentação	70%	100%	53. Atingir 100% da pavimentação e manter conforme a expansão urbana.	Alcançar a pavimentação das principais ruas do município e manter conforme expansão urbana até longo prazo	10%	15%	15%	60%	3
Ocorrência de alagamento nos 5 anos anteriores	Existência de pontos de alagamentos	Ausência de pontos de alagamento em 100%	54. Solucionar os pontos de ocorrência de alagamento	Estruturar o sistema para não ocorrer alagamentos em curto prazo.	<5% ao ano	<5% ao ano	<5% ao ano	100%	3
Manutenção da infraestrutura do sistema	Não atende	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	55. Alcançar e manter a qualidade da infraestrutura do sistema	Alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	<5% ao ano	<5% ao ano	<5% ao ano	100%	3

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

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

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						Prioridade
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				
	Situação do serviço e infraestrutura de manejo das águas pluviais – Zona Rural e Áreas Especiais	Atendimento Adequado			Imediato	Curto	Médio	Longo	
2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	2031 a 2038						



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB
Prospectiva e Planejamento Estratégico



Passagem molhada	Existente	100%	56. Eliminar todos os pontos críticos de acumulação de água nos acessos das comunidades rurais.	Atingir 100% dos pontos críticos de acumulação de água com execução de passagem molhada.	0%	15%	35%	50%	3
Pavimentação de áreas críticas	0%	100%	57. Solucionar os pontos críticos nas estradas de acesso às comunidades	Atingir 100% dos pontos críticos das estradas de acesso às comunidades com estruturação adequada de pavimentação	0%	15%	35%	50%	3
Manutenção da infraestrutura do sistema	Não atende	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	58. Alcançar e manter a qualidade da infraestrutura do sistema	Alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Adequar	Manter	Manter	Manter	2

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



4. PROJEÇÃO DE DEMANDAS E PROSPECTIVAS TÉCNICAS

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

Analisando o diagnóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Nísia Floresta, 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 Nísia Floresta, somente possui sancionadas a Lei Orgânica Municipal, a Lei do Parcelamento do Solo, o Código de Obras, Código do Meio Ambiente e o Plano Diretor que tratam sobre a matéria.

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

O mesmo ocorre com a Lei do Parcelamento do Solo, o Código de Obras e o Código do Meio Ambiente 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.

No que trata do Plano Diretor do Município de Nísia Floresta, cumpre 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 Nísia Floresta aprimore sua organização administrativa, para inserir dentro da Secretaria de Meio Ambiente e Urbanismo um Departamento ou Coordenadoria que passe a possuir competência sobre a gestão direta das ações de saneamento, assumindo efetivamente a posição de titularidade do serviço conforme prevê a Lei Federal nº 11.445/2007.

Esse arranjo administrativo-institucional que prevê a definição de órgãos municipais competentes ou reformulação dos já existentes propiciará a efetividade do planejamento do setor pelo próprio município, competência inafastável do ente titular conforme versa o art. 19, §1º da Lei Federal nº 11.445/2007.

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

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



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

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

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

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

- a) Indicar quem será o ente Prestador do serviço e que este cumpra, dentro das normas contratuais decorrentes, o estabelecido pelo planejador;
- b) Escolher o ente mais adequado como regulador, garantindo a ele autonomia no acompanhamento, dentro da sua legitimidade fiscalizatória, o cumprimento das metas e regras estabelecidas, agindo nas correções e sanções necessárias; e,
- c) Garantir a existência e funcionamento de um controle social sobre o setor como função de representação da sociedade local, sendo ele formado por indivíduos ligados ou não a instituições públicas, privadas ou do terceiro setor, pertencentes ao município ou de fora dele.

4.1.1 Da prestação de serviço

A prestação de serviços de saneamento no Brasil encontra-se dividida da seguinte maneira: a) Os serviços de abastecimento de água potável e de esgotamento sanitário



estão concentrados principalmente em operadores públicos¹; b) Os sistemas de coleta e de tratamento de resíduos sólidos e os serviços de drenagem urbana estão em sua maioria sob a administração direta municipal.

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

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

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

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

A escolha da manutenção dos operadores públicos ou da prestação de serviços diretamente pelo Município, ou a possibilidade de trazer para o universo municipal novos agentes passa a ser de escolha do próprio Município a ser expressa em sua Política Municipal de Saneamento Básico.

Assim, no Município de Nísia Floresta 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.

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

²Idem, p. 72.

³Idem. p. 73.



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

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

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

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

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

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

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

Em uma pesquisa focada apenas nos serviços de abastecimento e esgotamento sanitário realizada em 2012 por Pedro Gasparini Barbosa Heller, sob a orientação de Nilo de Oliveira Nascimento, em sede de Tese doutoral, informa que estes serviços



além de serem classificados em função da natureza jurídico-administrativa característica de seus prestadores, possuem resultados distintos na realização de seu fim⁴.

4.1.1.1 Prestação Municipal Direta

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

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

4.1.1.2 Prestação Municipal Indireta

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

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

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

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

A prestação de serviços por entidades integrantes da administração indireta municipal permite que a receita proveniente dos serviços prestados, seja arrecadada em

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

⁵ BRASIL *apud* HELLER, 2012.

⁶ HELLER, 2012. p16.

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

⁸ Idem, p. 10.



regime financeiro próprio, passível de movimentação pelo próprio ente de maneira independente.

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

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

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

4.1.1.3 Prestação por Companhias Regionais

A prestação de serviços de saneamento, no âmbito do abastecimento de água e esgotamento sanitário, pelas Companhias Regionais, ou 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 Consórcio Público

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

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

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

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



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

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

4.1.1.5 Prestação por Agentes Privados

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

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

Essa modalidade traz as oportunidades de investimento, possíveis de serem realizados pelos agentes privados, e de aumento da eficiência global do setor em razão da concorrência natural em regimes mais liberais de regulação⁹, como é o caso do trazido na já citada legislação.

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

Essa mudança de foco prejudicaria especialmente as áreas mais deficientes que não possam conceder o *feedback* necessário para os prestadores no que se refere às receitas tarifárias, além de possibilitar o agravamento da falta de integração entre as

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.



infraestruturas e os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e resíduos sólidos, especialmente nas áreas pobres e desprovidas destes equipamentos e serviços¹⁰.

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

4.1.1.6 Da escolha do município

Em razão das análises realizadas anteriormente, e das respostas possíveis de serem extraídas do diagnóstico previamente realizado o Município de Nísia Floresta, indica a sua orientação pelo modelo de prestação por companhias regionais para o serviço de abastecimento de água e esgoto, haja vista que a CAERN é a companhia referência na prestação desses serviços no estado, e direto para os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, e, também, para o serviço de drenagem e manejo de águas pluviais.

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.

Isso porque a participação de agentes privados como responsáveis pelo alcance de resultados que atinem especialmente ao profundo e inafastável interesse público, diretriz maior das ações da Administração Pública, estabelecendo fins públicos aos agentes do

¹⁰ Idem 76

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



Mercado¹², jamais poderá prover frutos caso não haja uma bem formada atividade regulatória.

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

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

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

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

- I - independência decisória, incluindo autonomia administrativa, orçamentária e financeira da entidade reguladora;
- II - transparência, tecnicidade, celeridade e objetividade das decisões.

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

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

Art. 22. São objetivos da regulação:

- I - estabelecer padrões e normas para a adequada prestação dos serviços e para a satisfação dos usuários;
- II - garantir o cumprimento das condições e metas estabelecidas;
- III - prevenir e reprimir o abuso do poder econômico, ressalvada a competência dos órgãos integrantes do sistema nacional de defesa da concorrência;
- IV - definir tarifas que assegurem tanto o equilíbrio econômico e financeiro dos contratos como a modicidade tarifária, mediante mecanismos que induzam a eficiência e eficácia dos serviços e que permitam a apropriação social dos ganhos de produtividade.

Assim, insere-se dentro das atribuições-fim desses entes reguladores "atividades típicas inerentes a essa função, tais como regulação econômica, fiscalização, mediação

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



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 Nísia Floresta 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 jurídica de natureza pública que faça as vezes, para nela integrar as competências e diretrizes necessárias sobre a regulação do setor de saneamento.

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

¹⁴ idem. p.36.



Cumprе 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

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



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 de sobreposição entre eles no que se refere à Prestação e Regulação.

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

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

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

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

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

Deixando a dimensão do consórcio para ser analisada casuisticamente, através das intenções dos municípios interessados, mas que poderia ser efetuada no universo de dois



municípios a todos os municípios do estado. A utilização desta opção na escolha do ente regulador atende os critérios principiologicos delimitados.

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

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

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

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

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

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

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

Frente a estas opções que se assentam de maneira geral entre assumir a regulação e fiscalização através de órgão autárquico da sua estrutura administrativa ou de delegar a outra entidade com mesmas características de autonomia dentro dos limites territoriais do Estado do Rio Grande do Norte, o Município de Nísia Floresta indica como mais apropriada a opção de delegar outra entidade para tal função, no caso a Agência Reguladora de Serviços Públicos do Rio Grande do Norte – ARSEP.

4.1.3 Do controle social

A Lei Federal nº 11.445/2007 ao definir em seu art. 3º, IV, o controle social como sendo o "conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade



informações, representações técnicas e participações nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico", insere em todos os níveis de ação do saneamento (formulação de política, planejamento, regulação, execução e fiscalização), de forma indispensável, a participação da sociedade.

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

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

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

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

I - dos titulares dos serviços;

II - de órgãos governamentais relacionados ao setor de saneamento básico;

III - dos prestadores de serviços públicos de saneamento básico;

IV - dos usuários de serviços de saneamento básico;

V - de entidades técnicas, organizações da sociedade civil e de defesa do consumidor relacionadas ao setor de saneamento básico.

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

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

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

Além desses, é importante a participação de usuários, sejam eles identificados individualmente ou através de representantes de associações, bem como da participação



de entidades ou organizações da sociedade civil, como sindicatos, órgãos de classe e ONG's.

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

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

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

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

- a) Formulação das políticas de saneamento básico, definir estratégias e prioridades, acompanhar e avaliar sua implementação;
- b) Revisão ou elaboração de Plano Municipal de Saneamento ou outros correlacionados e específicos da área;
- c) Fiscalização sobre os atos, regulamentos, normas ou resoluções emitidos pela entidade reguladora;
- d) Atuação no sentido da viabilização de recursos destinados aos planos, programas e projetos de saneamento básico;
- e) Manifestação perante as propostas de revisões de taxas, tarifas e outros preços públicos formuladas pela entidade reguladora;
- f) Acesso à informação dos prestadores e entidade reguladora.¹⁶

Assim, no que trata do Órgão colegiado de Controle Social, o Município de Nísia Floresta já definiu a sua estrutura e aprovou a sua criação através da Lei Municipal nº 021, de 31 de janeiro de 2017.

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.



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 implantação 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 Nísia Floresta, Titular do Serviço Público de Saneamento em seu território, de instituir através de legislação própria, a Política Municipal de Saneamento Básico.

Neste momento, importa observar que a Legislação deve ser apresentada através de Projeto de Lei Municipal na forma estabelecida na Lei Orgânica do Município de Nísia Floresta, 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 Nísia Floresta, ao longo de 20 anos, é necessário avaliar as demandas atuais e futuras, fazendo-se indispensável para isso visualizar a projeção de crescimento populacional urbano e rural do município, incluindo das áreas especiais.

4.2.1.1 Metodologia

Para que o Plano Municipal de Saneamento Básico possa atingir a universalização dos serviços de saneamento básico conforme a Lei 11.445/2007 no município de Nísia Floresta, 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 2019, por ser o ano de 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 2038, a fim de garantir o horizonte de planejamento de 20 anos.

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

O Método de Tendência de Crescimento AiBi consiste em subdividir uma área maior, já projetada, em n áreas menores, de tal maneira que no final o somatório das



estimativas calculadas das n áreas menores seja igual à estimativa previamente conhecida da área maior (MADEIRA E SIMÕES, 1972). O método parte do pressuposto que existe uma relação de linearidade entre o crescimento populacional da área maior e o crescimento populacional da área menor.

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

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

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

Assim:

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

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

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

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

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

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



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

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

A partir da aplicação do modelo descrito anteriormente, tomou-se vários instantes t e vários níveis de áreas, sempre seguindo a ordem de projeção da maior para a menor área. Dispondo das informações de projeções populacionais realizadas e disponibilizadas pelo IBGE dos anos de 2011 a 2030 para o Estado do Rio Grande do Norte foi possível usar o Estado como área maior para projetar as microrregiões, que por sua vez foi usada como área menor. Posteriormente, a microrregião projetada tomou o lugar da área maior e o município a área menor. Para os anos de 2031 a 2038, dispondo das projeções populacionais para o Brasil realizadas e disponibilizadas pelo IBGE, foi possível realizar as projeções do Estado usando o Brasil como grande área e o RN como área menor. Finalizadas as projeções para o Estado nos anos de 2031 a 2038 o processo até a projeção do município foi refeito. Desta forma foi possível obter a projeção de todos os municípios do Estado do Rio Grande do Norte, para os próximos 20 anos a contar do ano de 2019.

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

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

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

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

Tal que, u é a taxa de crescimento da população urbana, r a taxa de crescimento da população rural, U é a população urbana e R a população rural para o instante t e o instante $t+1$, sendo estes os anos dos dois últimos censos. O cálculo da projeção da população urbana é realizado pela seguinte equação:

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

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

Figura 1 - Fluxograma de desenvolvimento dos procedimentos para projeções populacionais.

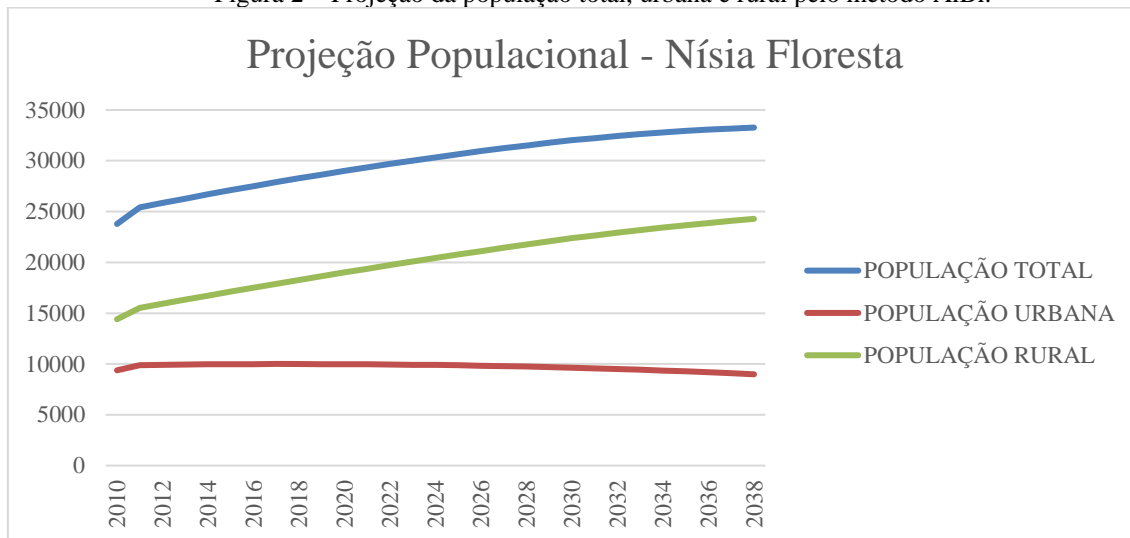


Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2019.

4.2.1.2 Estimativa Populacional do Município de Nísia Floresta

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, 2019.

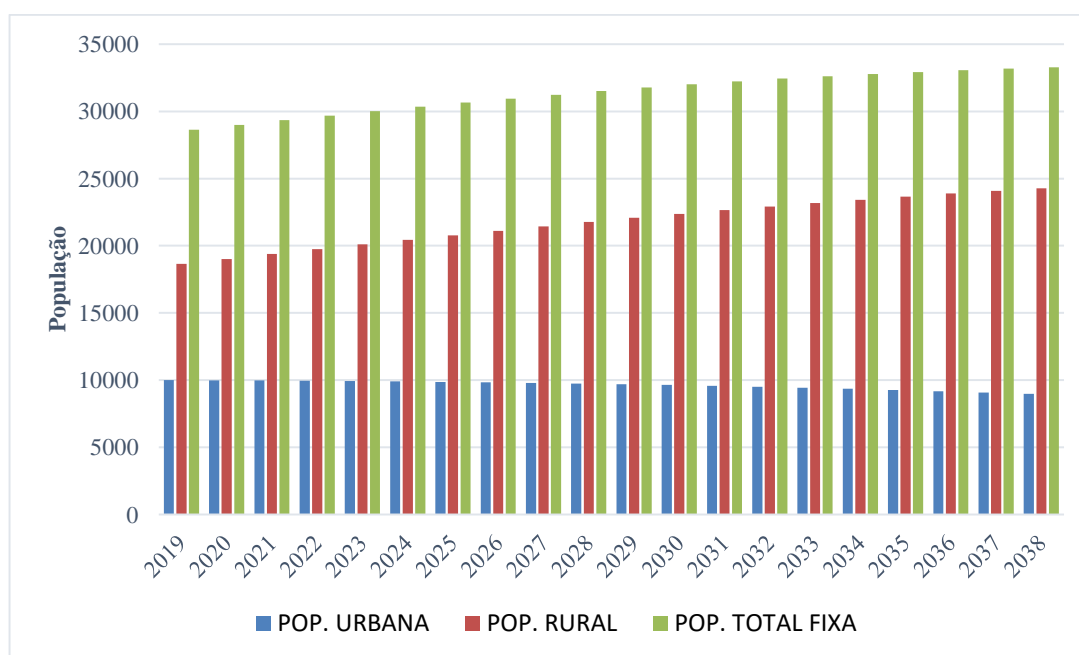
Tabela 21 – Estimativa populacional do Município de Nísia Floresta.

ANO	TOTAL		POP. TOTAL FIXA	ANO	TOTAL		POP. TOTAL FIXA
	POP. URBANA	POP. RURAL			POP. URBANA	POP. RURAL	
2019	9993	18649	28642	2029	9699	22074	31773
2020	9983	19018	29001	2030	9646	22378	32024
2021	9970	19382	29351	2031	9580	22656	32237
2022	9951	19740	29692	2032	9510	22924	32434
2023	9929	20093	30022	2033	9435	23181	32616
2024	9902	20440	30342	2034	9355	23427	32781
2025	9870	20781	30651	2035	9269	23661	32930
2026	9834	21115	30949	2036	9179	23882	33061
2027	9794	21442	31235	2037	9084	24089	33173
2028	9749	21761	31510	2038	8984	24284	33267

Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2019.

É possível observar uma tendência de diminuição discreto da população urbana durante todo o horizonte de planejamento, representando aproximadamente 36% na estimativa de início do plano e chegando a representar aproximadamente 27% no fim da projeção de planejamento. Na zona rural e áreas especiais, há um crescimento populacional discreto, e essa realidade se mantém durante todo horizonte de planejamento, sendo no início do, aproximadamente 64% e no final do planejamento 73%. Na Figura 4.3 é possível observar com detalhe a evolução da projeção populacional, conforme discutido acima.

Figura 3 – Evolução da população do Município Nísia Floresta.



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2019.

O levantamento de campo realizado pela equipe de trabalho possibilitou a percepção da distribuição populacional para cada unidade de planejamento, classificando-as inclusive de acordo com cada tipo de ocupação (aglomerada e dispersa). Desta forma, a Tabela 22 sistematiza essas informações que serão imprescindíveis para que o planejamento do saneamento básico do município Nísia Floresta 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 (m)	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	Zona urbana	0		X		549		Julho/2017	1047		Julho/2017
Timbo	Comunidade Rural	8100	261625.94 M E 9326821.53 M S	X			358	Julho/2017		1078	Julho/2017
Alcaçus	Comunidade Rural	28353	263860.92 M E 9334478.90 M S	X			516	Julho/2017		1548	Julho/2017
Mazapas	Comunidade Rural	6752	253179.61 M E 9328357.85 M S	X			610	Julho/2017		1842	Julho/2017
Barra De Tabatinga	Comunidade Rural	2456	266707.48 M E 9330416.25 M S	X			487	Julho/2017		1551	Julho/2017
Barreta	Comunidade Rural	26875	267475.62 M E 9323202.11 M S	X			290	Julho/2017		827	Julho/2017
Bonfim	Comunidade Rural	8650	254846.85 M E 9332944.17 M S	X			200	Julho/2017		811	Julho/2017
Buzios	Comunidade Rural	27971	266203.30 M E 9332272.67 M S	X			200	Julho/2017		817	Julho/2017
Campo De Santana	Comunidade Rural	19492	264799.48 M E 9324053.13 M S	X			224	Julho/2017		891	Julho/2017
Camurupim	Comunidade Rural	11929	267644.08 M E 9327289.35 M S		X		383	Julho/2017		1148	Julho/2017
Hortigranjeira	Comunidade Rural	13935	261120.84 M E 9339207.91 M S		X		501	Julho/2017		949	Julho/2017
Currais	Comunidade Rural	4236	256657.00 M E 9322288.06 M S		X		916	Julho/2017		2539	Julho/2017
Genipapeiro	Comunidade Rural	4073	259195.74 M E 9321731.45 M S	X			1182	Julho/2017		3341	Julho/2017
Golandi	Comunidade Rural	3677	255359.77 M E 9321973.99 M S	X			1123	Julho/2017		3369	Julho/2017
Lagoazul	Comunidade Rural	12063	256493.90 M E 9340448.55 M S		X		995	Julho/2017		2410	Julho/2017
Boagua	Comunidade Rural	4845	258160.61 M E 9330105.97 M S	X			1382	Julho/2017		3807	Julho/2017
Morrinhos	Comunidade Rural	5850	261014.80 M E 9323973.66 M S	X			723	Julho/2017		2194	Julho/2017
Oitizeiro	Comunidade Rural	6914	261955.65 M E 9323747.12 M S	X			962	Julho/2017		2806	Julho/2017



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB
Prospectiva e Planejamento Estratégico



Nome da unidade de planejamento	Tipo de unidade de planejamento	Distância em relação à sede municipal (m)	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
Pirangi Do Sul	Comunidade Urbana	16288	265170.18 M E 9337849.31 M S	X		325		Julho/2017	964		Julho/2017
Pium	Comunidade Rural	19615	259407.25 M E 9342225.38 M S	X			161	Julho/2017		567	Julho/2017

Fonte: Comitê executivo PMSB Nízia Floresta, 2019.



O município de Nísia Floresta possui Plano Diretor aprovado e sancionado através da Lei Municipal nº 001 de 05 de novembro de 2007. Observa-se que o Município de Nísia Floresta está, segundo o seu Plano Diretor, dividido em três Macrozonas, quais sejam: Zona Urbana, Zona de expansão Urbana, e Zona Rural, como mostrado na Figura 4.

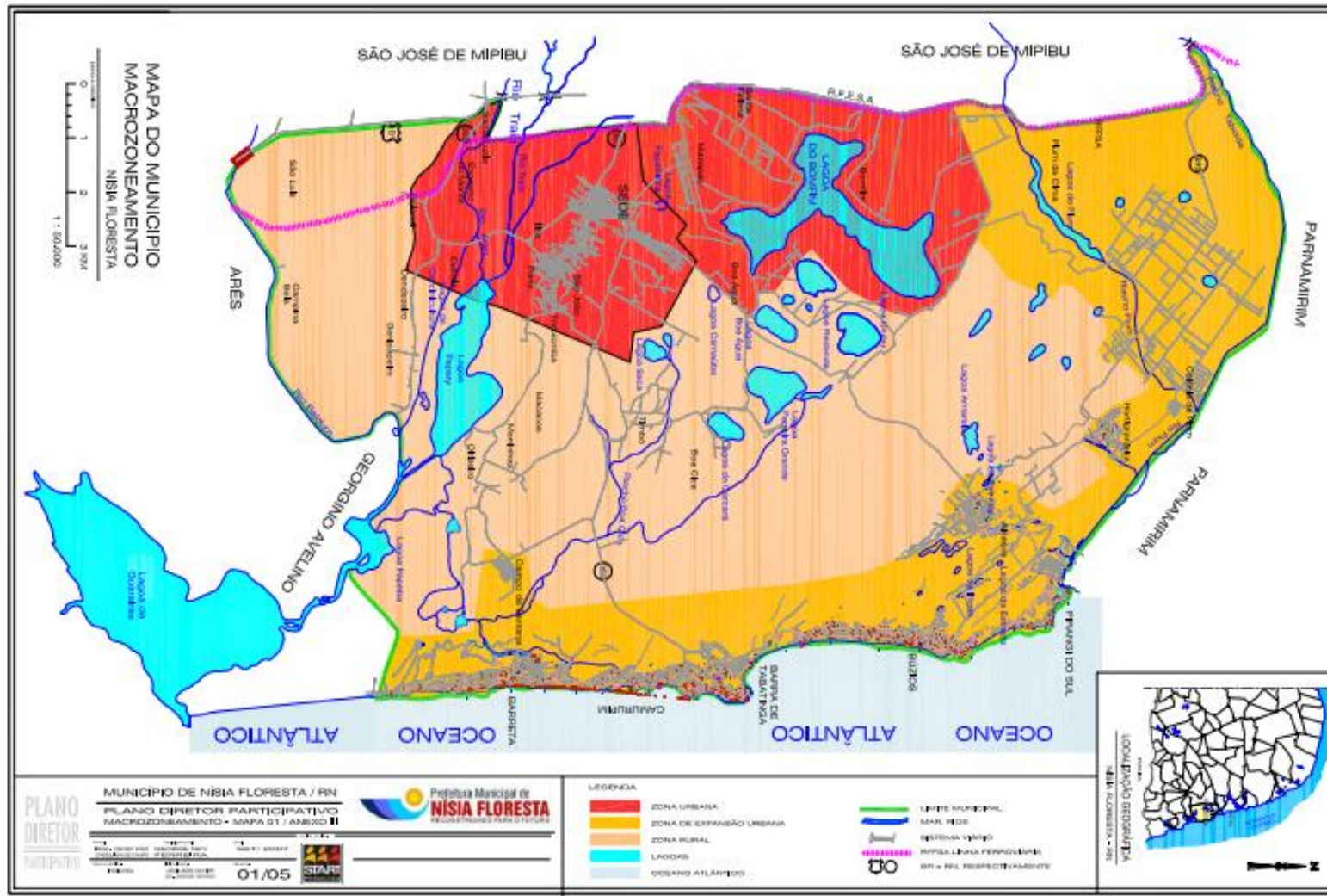
Destacam-se, dentro da Zona Urbana a zona de adensamento básico e a zona de adensamento máximo, bem como a zona especial de proteção ambiental, esta caracterizada como área "*non aedificandi*" em torno da Lagoa do Bonfim. Na Zona de Expansão Urbana o destaque é conferido à sub-zona de Expansão Urbana Turística, bem como a Área Especial de Interesse Industrial. Por fim, no que toca à Zona Rural, são reconhecidas as zonas especiais de interesse agro-família e de segurança alimentar.

Dessa forma, o perímetro urbano do município de Nísia Floresta tem os seus limites correspondendo a uma área aproximada de 12.802 m², subdividindo-se em: I - área consolidada correspondendo: à sede municipal; ao núcleo histórico de Nísia Floresta e bairros (Praça Coronel José de Araújo e seu entorno); e aos bairros Monte Hermínio, Porto e Tororomba.

É importante destacar que para efeito do Plano de Saneamento do município de Nísia Floresta foi considerado como Zona Urbana apenas a área comentada anteriormente que durante o documento será denominada de “Sede Urbana”. Já as demais comunidades foram classificadas como Zona Rural, para efeito deste documento, por possuir características e sistemas de saneamento mais próximos a vilarejos e distritos rurais que não possuem uma urbanização mais acentuada a ponto de ser Zona Urbana, apesar do Plano Diretor as classificarem como Zonas de Expansão Urbana.



Figura 4 - Mapa de delimitação entre Zonas do Plano Diretor de Nísia Floresta.

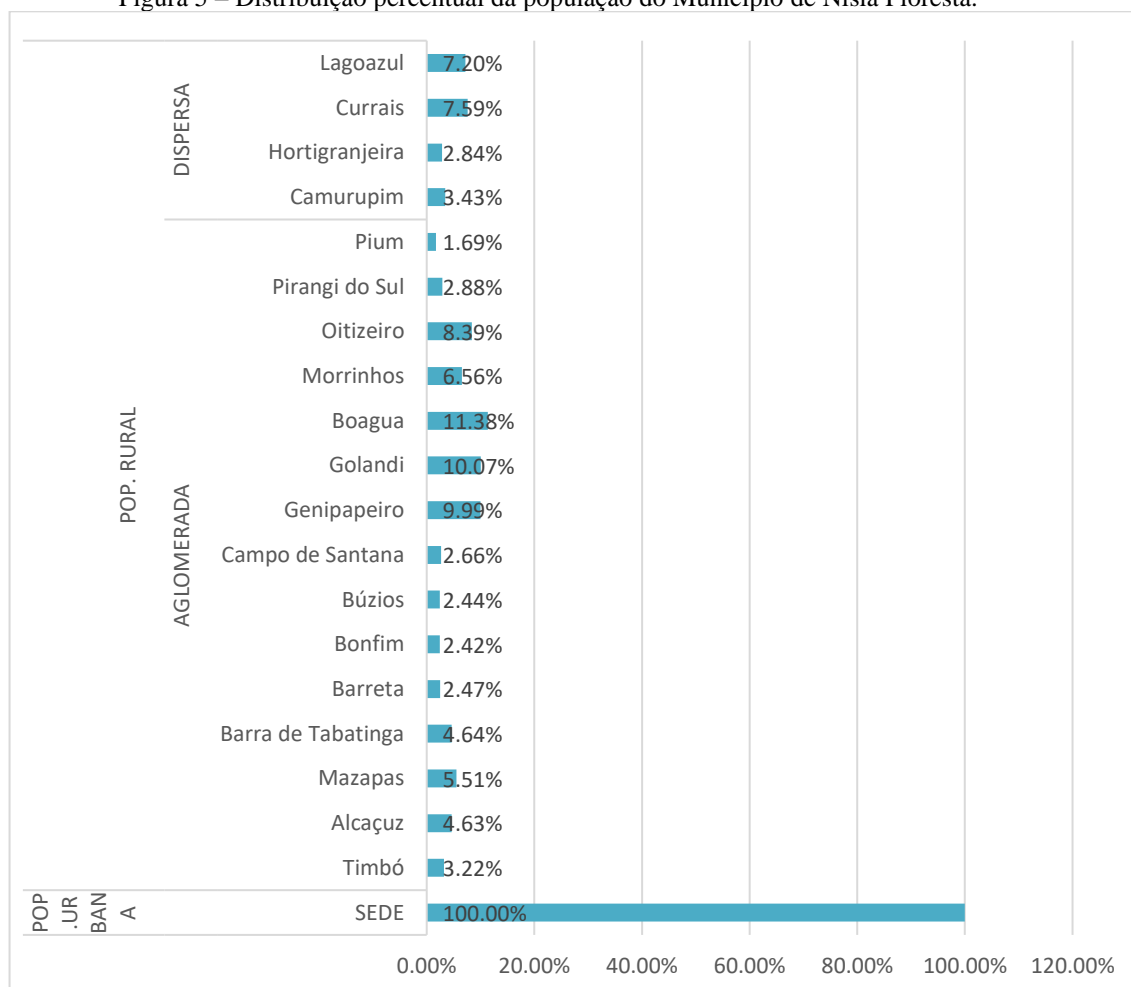


Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

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

Figura 5 – Distribuição percentual da população do Município de Nísia Floresta.



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2019

Considerando a distribuição percentual da população municipal da Figura 5, 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 Nísia Floresta

ANO	POP. URBANA	POP URBANA TOTAL FIXA	POP. RURAL																		POP. RURAL TOTAL FIXA	POP. TOTAL FIXA	
	SEDE		AGLOMERADA															DISPERSA					
			Timbó	Alcaçuz	Mazapas	Barra de Tabatinga	Barreta	Bonfim	Búzios	Campo de Santana	Genipapeiro	Golandi	Boagua	Morrinhos	Oitzeiro	Pirangi do Sul	Plum	Camurupim	Hortigranjeira	Currais			Lagoazul
2019	9993	9993	601	863	1027	864	461	452	455	497	1862	1878	2122	1223	1564	537	316	640	529	1415	1343	18649	28642
2020	9983	9983	613	880	1047	882	470	461	464	506	1899	1915	2164	1247	1595	548	322	653	539	1443	1370	19018	29001
2021	9970	9970	624	897	1067	898	479	470	473	516	1935	1952	2205	1271	1625	558	328	665	550	1471	1396	19382	29351
2022	9951	9951	636	913	1087	915	488	478	482	526	1971	1988	2246	1294	1655	569	335	677	560	1498	1422	19740	29692
2023	9929	9929	647	930	1106	931	497	487	491	535	2006	2023	2286	1318	1685	579	340	689	570	1525	1447	20093	30022
2024	9902	9902	659	946	1125	947	505	495	499	544	2041	2058	2326	1340	1714	589	346	701	580	1551	1472	20440	30342
2025	9870	9870	670	961	1144	963	514	504	507	553	2075	2092	2364	1363	1743	599	352	713	589	1577	1497	20781	30651
2026	9834	9834	680	977	1162	979	522	512	516	562	2108	2126	2402	1385	1771	608	358	724	599	1602	1521	21115	30949
2027	9794	9794	691	992	1180	994	530	520	524	571	2141	2159	2440	1406	1798	618	363	736	608	1627	1544	21442	31235
2028	9749	9749	701	1007	1198	1009	538	527	531	579	2173	2191	2476	1427	1825	627	369	747	617	1651	1567	21761	31510
2029	9699	9699	711	1021	1215	1023	546	535	539	588	2204	2223	2512	1447	1851	636	374	757	626	1675	1590	22074	31773
2030	9646	9646	721	1035	1232	1037	553	542	546	596	2235	2253	2546	1467	1877	645	379	768	635	1698	1612	22378	32024
2031	9580	9580	730	1048	1247	1050	560	549	553	603	2262	2281	2578	1486	1900	653	384	777	643	1719	1632	22656	32237
2032	9510	9510	739	1061	1262	1063	567	556	560	610	2289	2308	2608	1503	1923	660	388	787	650	1740	1651	22924	32434
2033	9435	9435	747	1072	1276	1075	573	562	566	617	2315	2334	2638	1520	1944	668	393	795	657	1759	1670	23181	32616
2034	9355	9355	755	1084	1290	1086	579	568	572	624	2339	2359	2666	1536	1965	675	397	804	664	1778	1687	23427	32781
2035	9269	9269	762	1095	1303	1097	585	573	578	630	2363	2382	2692	1551	1984	682	401	812	671	1795	1704	23661	32930
2036	9179	9179	769	1105	1315	1107	590	579	583	636	2385	2405	2717	1566	2003	688	405	819	677	1812	1720	23882	33061
2037	9084	9084	776	1115	1326	1117	595	584	588	641	2405	2426	2741	1580	2020	694	408	827	683	1828	1735	24089	33173
2038	8984	8984	782	1123	1337	1126	600	589	593	647	2425	2445	2763	1592	2037	700	412	833	689	1843	1749	24284	33267

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



4.2.2 Estimativa da População Flutuante do Município de Nísia Floresta

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.

O Município de Nísia Floresta, mais especificamente a praia de Tabatinga, Búzios e Pirangi do Sul, durante os meses de janeiro e fevereiro recebe grande quantidade de veranistas e turistas, apresentando população flutuante significativa.

Para verificar as informações acima citadas sobre a população flutuante do município de Nísia Floresta, obteve-se os dados do Censo do IBGE (2010) sobre domicílios de uso ocasional tanto da área urbana quanto rural. O município em estudo apresentou 5.674 residências desse uso, ou seja, são aquelas usadas para descanso de fins de semana, férias ou outro fim. Dessa forma, adotando a taxa de adensamento urbano do IBGE (2010) para o município de Nísia Floresta de 3,63 habitantes por residência, tem-se uma estimativa de 20597 pessoas como população flutuante.

Com o objetivo de analisar de que forma este aumento no número total de pessoas no município pode impactar na oferta do serviço de abastecimento de água, foi verificado mês a mês no diagnóstico o volume consumido de água, porém, não se constatou um aumento significativo de volume para os meses no qual o município possui uma população diferenciada, o que pode expressar que há ocorrência de falta de água nestes períodos, tanto para as populações residentes do município, tanto quanto para os turistas.

4.2.3 Estimativa populacional do sistema regionalizado de abastecimento de água de Nísia Floresta

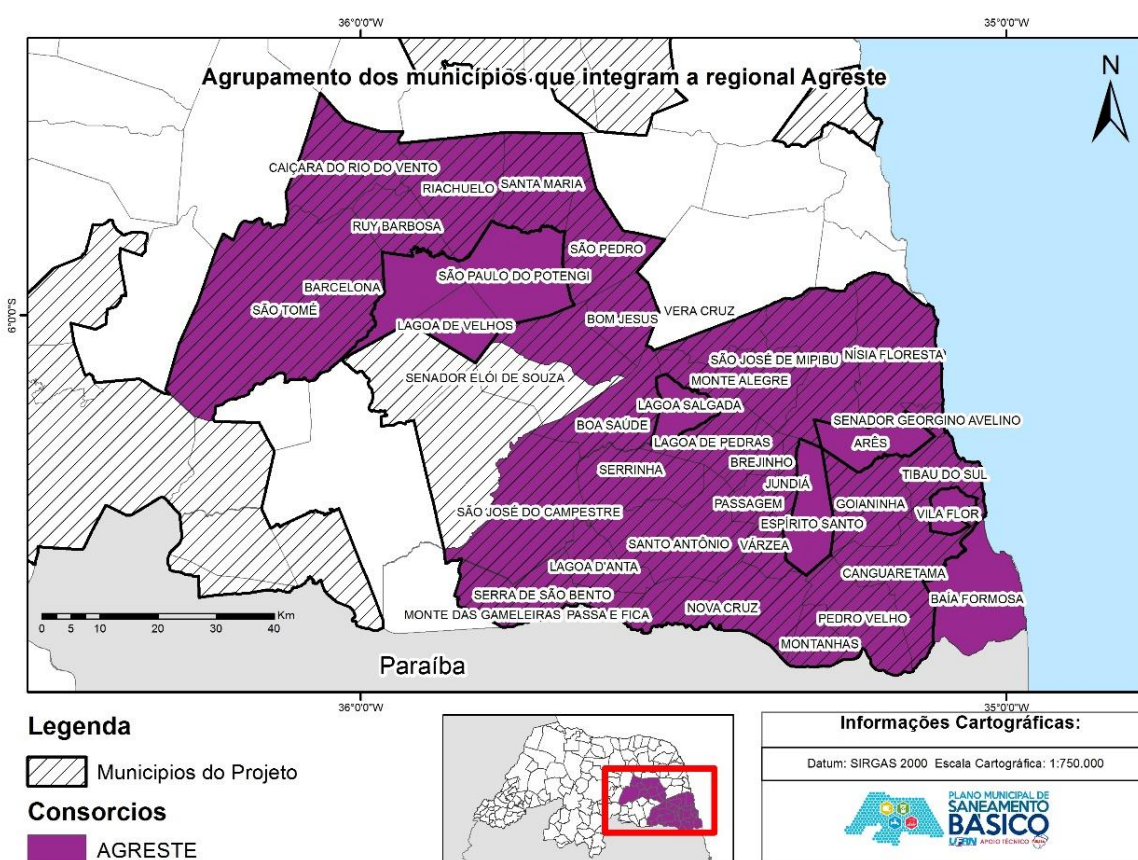
O município de Nísia Floresta não possui sistema integrado de abastecimento com outros municípios, sendo abastecido por um sistema isolado do município. Por isso, não se faz

necessário fazer uma estimativa populacional do sistema regionalizado de abastecimento de água.

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

O município de Nísia Floresta está inserido no agrupamento Agreste, que contém 40 municípios do RN, formando o Consórcio de saneamento do Agreste (Figura 6) no Estado do Rio Grande do Norte.

Figura 6 - Agrupamento dos Municípios que integram a Regional Agreste.



Fonte: Equipe de Elaboração UFRN/PMSB, 2017.

Cada agrupamento será dotado de unidade adequada para a disposição final de resíduos sólidos (aterro sanitário), estação de transferência ou transbordo (estrutura criada para receber a contribuição de resíduos da coleta de vários municípios e viabilizar o transporte de uma maior quantidade de resíduos ao aterro sanitário), veículos operacionais e transporte de grandes volumes de resíduos sólidos. Além dessas estruturas estão previstas outras, como centrais de triagem de

materiais recicláveis, central de armazenamento e comercialização, centrais locais (instaladas nos municípios).

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta a estimativa populacional urbana, rural e total considerando todos municípios que compõem a regional Agreste do consórcio de resíduos sólidos, obtida de acordo com a metodologia apresentada anteriormente (Método de Tendência de Crescimento – AiBi Original).

Tabela 24 - Estimativa populacional do Consórcio para destinação de Resíduos Sólidos do Agreste.

ANO	POPULAÇÃO			ANO	POPULAÇÃO		
	URBANA	RURAL	TOTAL		URBANA	RURAL	TOTAL
2019	305.018	188.112	493.130	2029	334.437	188.946	523.383
2020	308.422	188.182	496.604	2030	336.817	188.987	525.804
2021	311.733	188.252	499.985	2031	338.960	188.899	527.859
2022	314.948	188.326	503.274	2032	340.999	188.768	529.767
2023	318.067	188.402	506.469	2033	342.932	188.595	531.527
2024	321.076	188.479	509.555	2034	344.761	188.367	533.128
2025	323.977	188.562	512.539	2035	346.465	188.091	534.556
2026	326.765	188.651	515.416	2036	348.064	187.761	535.825
2027	329.434	188.759	518.193	2037	349.534	187.375	536.909
2028	331.978	188.869	520.847	2038	350.885	186.939	537.824

Fonte: Equipe de Elaboração UFRN\PMSB, 2017.

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 Nísia Floresta, a tendência de expansão territorial e os usos previstos. Assim, uma ferramenta importante para avaliação das prospectivas é a identificação e mapeamento da ordenação da ocupação do solo.

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

Para o município de Nísia Floresta, 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.

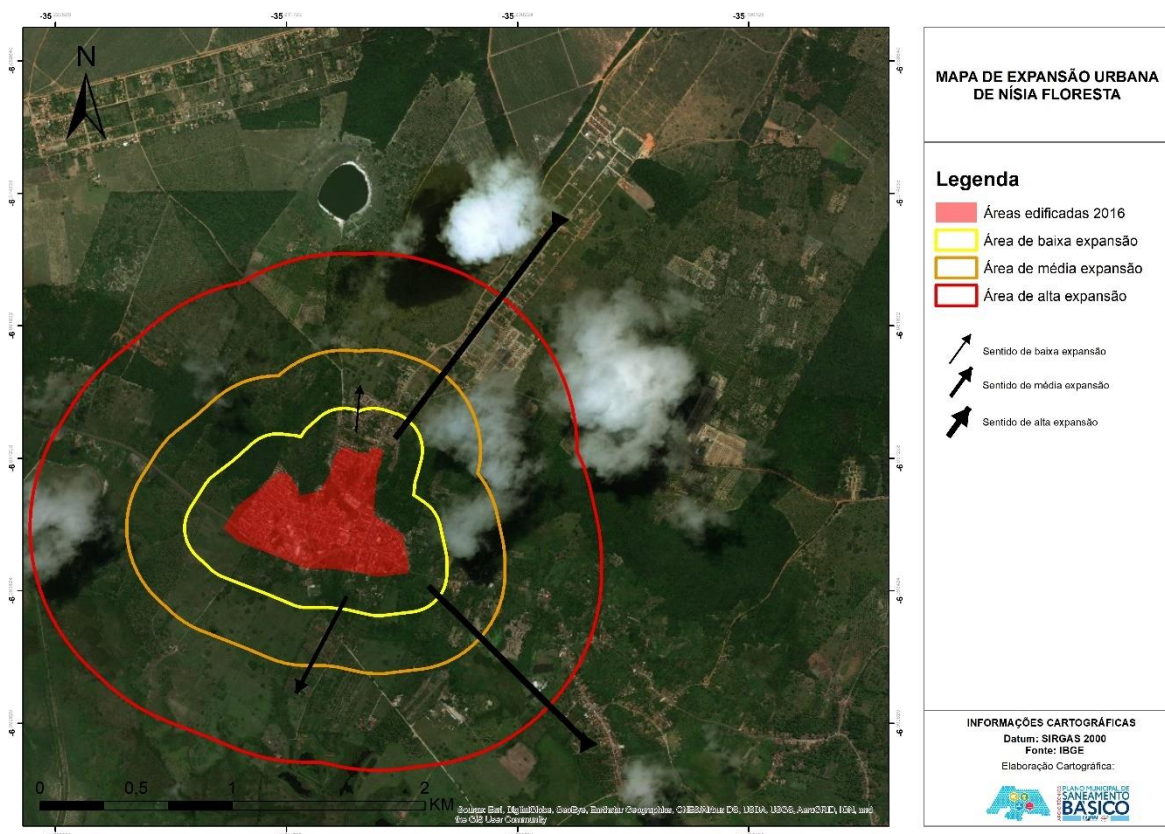
O sentido dessa expansão é indicado conforme percebido no sentido das vias de acesso, pensando pelo viés que esses objetos (vias de acesso) possibilitam novas ações (especulação imobiliária), gerando novos objetos (novas edificações). A intensidade desse sentido também está presente na representação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

Considerando o exposto acima, a Figura 7 apresenta o mapa de expansão urbana do município de Nísia Floresta, na qual constata-se a predominância do uso do solo por ocupações residências, embora também ocorra poucas atividades comerciais de pequeno porte.

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

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

Figura 7 - Mapa de expansão urbana da Sede do município de Nísia Floresta.



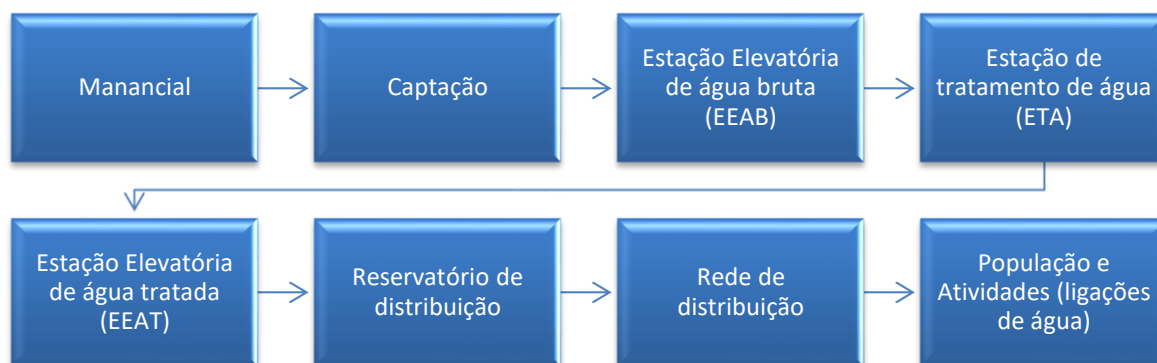
Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2019.

A presença de corpos hídricos na área de 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 8 tem representados os componentes de um sistema de abastecimento de água.

Figura 8 – 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 Nísia Floresta (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 Nísia Floresta possuía em Dezembro/2017 um total de 5872 ligações cadastradas, sendo 4389 ligações de água ativas e 1483 ligações inativas (CAERN, 2017). Identificou-se ainda, que o município possuía no mesmo período um total de 5911 economias cadastradas ativas em todo município, sendo que destas 02 localizam-se na zona rural, restando 5909 economias na sede.

Com base nesses dados, podemos identificar que 25% 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.

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 3,63 (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 respectiva de cada comunidade (Tabela 25). Considerando que a projeção populacional da sede urbana apresentou tendência de decaimento, adotou-se o crescimento de pelo menos 1 ligação de água por ano.

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

Comunidade Rural	Taxa de adensamento rural	Comunidade Rural	Taxa de adensamento rural
Timbó	3.01	Currais	2.77
Alçaçuz	3.00	Genipapeiro	2.83
Mazapas	3.02	Golandi	3.00
Barra de Tabatinga	3.18	Lagoazul	2.42
Barreta	2.85	Boagua	2.75
Bonfim	4.06	Morrinhos	3.03
Búzios	4.09	Oitizeiro	2.92
Campo de Santana	3.98	Pirangi do Sul	2.97
Camurupim	3.00	Pium	3.52
Hortigranjeira	1.89		

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



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
2019	9993	2757	0
2020	9983	2755	1
2021	9970	2751	1
2022	9951	2746	1
2023	9929	2739	1
2024	9902	2732	1
2025	9870	2723	1
2026	9834	2713	1
2027	9794	2702	1
2028	9749	2690	1
2029	9699	2676	1
2030	9646	2661	1
2031	9580	2643	1
2032	9510	2624	1
2033	9435	2603	1
2034	9355	2581	1
2035	9269	2558	1
2036	9179	2533	1
2037	9084	2506	1
2038	8984	2479	1

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

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



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

ANO	POP. RURAL											
	Timbó			Alcaçuz			Mazapas			Barra de Tabatinga		
	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	População (hab)	Nº de Ligações
2019	601	200	0	863	288	0	1027	340	0	864	272	0
2020	613	204	4	880	294	6	1047	347	7	882	277	5
2021	624	208	4	897	299	5	1067	354	7	898	283	6
2022	636	212	4	913	305	6	1087	360	6	915	288	5
2023	647	215	3	930	310	5	1106	367	7	931	293	5
2024	659	219	4	946	316	6	1125	373	6	947	298	5
2025	670	223	4	961	321	5	1144	379	6	963	303	5
2026	680	226	3	977	326	5	1162	385	6	979	308	5
2027	691	230	4	992	331	5	1180	391	6	994	313	5
2028	701	233	3	1007	336	5	1198	397	6	1009	317	4
2029	711	237	4	1021	341	5	1215	403	6	1023	322	5
2030	721	240	3	1035	346	5	1232	408	5	1037	326	4
2031	730	243	3	1048	350	4	1247	414	6	1050	330	4
2032	739	246	3	1061	354	4	1262	418	4	1063	334	4
2033	747	249	3	1072	358	4	1276	423	5	1075	338	4
2034	755	251	2	1084	362	4	1290	428	5	1086	341	3
2035	762	254	3	1095	365	3	1303	432	4	1097	345	4
2036	769	256	2	1105	369	4	1315	436	4	1107	348	3
2037	776	258	2	1115	372	3	1326	440	4	1117	351	3
2038	782	260	2	1123	375	3	1337	443	3	1126	354	3

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



Tabela 28 – Continuação Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.

ANO	POP. RURAL											
	Barreta			Bonfim			Búzios			Campo de Santana		
	Populaçã o (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	Populaçã o (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	Populaçã o (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	Populaçã o (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano
2019	461	162	0	452	112	0	455	112	0	497	125	0
2020	470	165	3	461	114	2	464	114	2	506	128	3
2021	479	168	3	470	116	2	473	116	2	516	130	2
2022	488	172	4	478	118	2	482	118	2	526	133	3
2023	497	175	3	487	121	3	491	121	3	535	135	2
2024	505	178	3	495	123	2	499	123	2	544	137	2
2025	514	181	3	504	125	2	507	125	2	553	140	3
2026	522	184	3	512	127	2	516	127	2	562	142	2
2027	530	186	2	520	129	2	524	129	2	571	144	2
2028	538	189	3	527	131	2	531	131	2	579	146	2
2029	546	192	3	535	132	1	539	132	1	588	148	2
2030	553	194	2	542	134	2	546	134	2	596	150	2
2031	560	197	3	549	136	2	553	136	2	603	152	2
2032	567	199	2	556	138	2	560	138	2	610	154	2
2033	573	201	2	562	139	1	566	139	1	617	156	2
2034	579	204	3	568	141	2	572	141	2	624	157	1
2035	585	206	2	573	142	1	578	142	1	630	159	2
2036	590	207	1	579	143	1	583	143	1	636	160	1
2037	595	209	2	584	144	1	588	144	1	641	162	2
2038	600	211	2	589	146	2	593	146	2	647	163	1

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



Tabela 29 – Continuação Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.

ANO	POP. RURAL											
	Genipapeiro			Golandi			Boagua			Morrinhos		
	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
2019	1862	659	0	1878	626	0	2122	771	0	1223	403	0
2020	1899	672	13	1915	639	13	2164	786	15	1247	411	8
2021	1935	685	13	1952	651	12	2205	801	15	1271	419	8
2022	1971	698	13	1988	663	12	2246	816	15	1294	427	8
2023	2006	710	12	2023	675	12	2286	830	14	1318	435	8
2024	2041	723	13	2058	687	12	2326	845	15	1340	442	7
2025	2075	735	12	2092	698	11	2364	859	14	1363	450	8
2026	2108	746	11	2126	709	11	2402	873	14	1385	457	7
2027	2141	758	12	2159	720	11	2440	886	13	1406	464	7
2028	2173	769	11	2191	731	11	2476	899	13	1427	471	7
2029	2204	780	11	2223	741	10	2512	912	13	1447	477	6
2030	2235	791	11	2253	752	11	2546	925	13	1467	484	7
2031	2262	801	10	2281	761	9	2578	936	11	1486	490	6
2032	2289	810	9	2308	770	9	2608	947	11	1503	496	6
2033	2315	819	9	2334	779	9	2638	958	11	1520	501	5
2034	2339	828	9	2359	787	8	2666	968	10	1536	507	6
2035	2363	836	8	2382	795	8	2692	978	10	1551	512	5
2036	2385	844	8	2405	802	7	2717	987	9	1566	517	5
2037	2405	852	8	2426	809	7	2741	995	8	1580	521	4
2038	2425	858	6	2445	816	7	2763	1004	9	1592	525	4

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



Tabela 30 – Continuação Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.

ANO	POP. RURAL											
	Oitizeiro			Pirangi do Sul			Pium			Camurupim		
	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
2019	1564	537	0	537	182	0	316	90	0	640	214	0
2020	1595	547	10	548	185	3	322	92	2	653	218	4
2021	1625	558	11	558	189	4	328	94	2	665	222	4
2022	1655	568	10	569	192	3	335	95	1	677	226	4
2023	1685	578	10	579	196	4	340	97	2	689	231	5
2024	1714	588	10	589	199	3	346	99	2	701	234	3
2025	1743	598	10	599	202	3	352	100	1	713	238	4
2026	1771	608	10	608	206	4	358	102	2	724	242	4
2027	1798	617	9	618	209	3	363	104	2	736	246	4
2028	1825	626	9	627	212	3	369	105	1	747	250	4
2029	1851	635	9	636	215	3	374	107	2	757	253	3
2030	1877	644	9	645	218	3	379	108	1	768	257	4
2031	1900	652	8	653	221	3	384	110	2	777	260	3
2032	1923	660	8	660	223	2	388	111	1	787	263	3
2033	1944	667	7	668	226	3	393	112	1	795	266	3
2034	1965	674	7	675	228	2	397	113	1	804	269	3
2035	1984	681	7	682	230	2	401	114	1	812	271	2
2036	2003	687	6	688	232	2	405	115	1	819	274	3
2037	2020	693	6	694	234	2	408	116	1	827	276	2
2038	2037	699	6	700	236	2	412	117	1	833	278	2

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



Tabela 31 – Continuação Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.

ANO	POP. RURAL								
	Hortigranjeira			Currais			Lagoazul		
	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
2019	529	280	0	1415	511	0	1343	555	0
2020	539	285	5	1443	521	10	1370	566	11
2021	550	291	6	1471	531	10	1396	577	11
2022	560	296	5	1498	541	10	1422	588	11
2023	570	301	5	1525	551	10	1447	598	10
2024	580	307	6	1551	560	9	1472	608	10
2025	589	312	5	1577	569	9	1497	618	10
2026	599	317	5	1602	579	10	1521	628	10
2027	608	322	5	1627	588	9	1544	638	10
2028	617	326	4	1651	596	8	1567	648	10
2029	626	331	5	1675	605	9	1590	657	9
2030	635	336	5	1698	613	8	1612	666	9
2031	643	340	4	1719	621	8	1632	674	8
2032	650	344	4	1740	628	7	1651	682	8
2033	657	348	4	1759	635	7	1670	690	8
2034	664	351	3	1778	642	7	1687	697	7
2035	671	355	4	1795	648	6	1704	704	7
2036	677	358	3	1812	654	6	1720	711	7
2037	683	361	3	1828	660	6	1735	717	6
2038	689	364	3	1843	665	5	1749	723	6

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



Considera-se uma meta imediata o atendimento do déficit de ligação dos sistemas, bem como a elaboração de estudo de viabilidade de sistema para atendimento das demandas da comunidade de Camurupim, a qual não possui atualmente sistema de abastecimento com rede de distribuição operante, e da localidade de Pirangi do Sul, que demandarão estudos detalhados para solucionar as carências técnicas identificadas no sistema atual que está vinculado ao sistema de Parnamirim para atendimento imediato das demandas não supridas. Define-se, por conseguinte, como meta de curto prazo, o atendimento ao déficit de ligações dos sistemas, os quais necessitarão dos estudos supracitados. A partir da universalização do atendimento, o déficit anual deverá ser atendido conforme o surgimento da demanda, que pode ser estimada conforme apresentado nas Tabela 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. Tal ação também é capaz de contribuir para a conservação dos mananciais e a cobrança justa do valor da conta de água. Deste modo, há necessidade de implantação de micromedição em todas as ligações de água do município e de macromedidores nas tubulações de entrada dos reservatórios.

Conforme identificado no Diagnóstico Técnico-Participativo, no Município de Nísia Floresta observa-se que o déficit de hidromedidação da área urbana era de 34% em 2017. 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 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 Nísia Floresta.

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 Nísia Floresta, 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.

Prevendo o atendimento integral da sede do Município de Nísia Floresta, observa-se a necessidade de implantar a extensão de rede para a comunidade de Camurupim que não possui rede de abastecimento de água. A sede do município de Nísia Floresta, já é atendida integralmente por rede, não havendo necessidade de expansão para atender à população residente no município atualmente. No entanto, considerando que haverá um aumento populacional rural nos próximos anos, se fez necessário estimar a extensão de rede necessária para ampliar o abastecimento de água no município. Da mesma forma será feito para as unidades de planejamento rurais.



Para estimar a extensão de rede existente e necessária para ampliação do abastecimento no Município de Nísia Floresta, considerou-se 10 metros de rede/ligação na zona urbana, 30 metros de rede/ligação para as comunidades rurais aglomeradas e de 50 metros de rede/ligação para as comunidades rurais dispersas.

Considera-se uma meta imediata a ampliação das redes de distribuição dos sistemas de abastecimento das zonas urbana, rural e áreas especiais, bem como a elaboração de estudos detalhados para solucionar as carências técnicas identificadas no sistema atual para atendimento imediato das demandas não supridas.

Define-se, por conseguinte, como meta de curto prazo, o atendimento ao déficit de 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 32 e Tabela 33.

De acordo com o Diagnóstico Técnico-Participativo de Nísia Floresta, foi possível identificar trechos que necessitam de substituição na rede urgentemente, tendo a utilização de material como amianto que tem seu uso proibido.

As localidades rurais do município de Nísia Floresta apresentam suas populações de saturação no fim 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, ressalvando-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 33, apresentam-se as extensões de rede necessárias para atender as localidades rurais, bem como ano previsto para sua implantação.



Tabela 32 - 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)		27,57
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Extensão da Rede (km)
2019	27.57	0	
2020	27.55	1	1
2021	27.51	1	2
2022	27.46	1	3
2023	27.39	1	4
2024	27.32	1	5
2025	27.23	1	6
2026	27.13	1	7
2027	27.02	1	8
2028	26.9	1	9
2029	26.76	1	10
2030	26.61	1	11
2031	26.43	1	12
2032	26.24	1	13
2033	26.03	1	14
2034	25.81	1	15
2035	25.58	1	16
2036	25.33	1	17
2037	25.06	1	18
2038	24.79	1	19

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



Tabela 33 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural.

ANO	POPULAÇÃO RURAL											
	AGLOMERADA											
	Timbó			Alcaçuz			Mazapas			Barra de Tabatinga		
	Extensão atual da Rede (km)		6	Extensão atual da Rede (km)		8.64	Extensão atual da Rede (km)		10.2	Extensão atual da Rede (km)		8.16
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Extensão da Rede (km)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Extensão da Rede (km)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Extensão da Rede (km)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Extensão da Rede (km)
2019	6	0		8.64	0		10.2	0		8.16	0	
2020	6.12	120	120	8.82	180	180	10.41	211	211	8.31	150	150
2021	6.24	120	240	8.97	150	330	10.62	210	421	8.49	180	330
2022	6.36	120	360	9.15	180	510	10.8	181	602	8.64	150	480
2023	6.45	90	450	9.3	150	660	11.01	210	812	8.79	150	630
2024	6.57	120	570	9.48	180	840	11.19	180	992	8.94	150	780
2025	6.69	120	690	9.63	150	990	11.37	180	1172	9.09	150	930
2026	6.78	90	780	9.78	150	1140	11.55	181	1353	9.24	150	1080
2027	6.9	120	900	9.93	150	1290	11.73	180	1533	9.39	150	1230
2028	6.99	90	990	10.08	150	1440	11.91	180	1713	9.51	120	1350
2029	7.11	120	1110	10.23	150	1590	12.09	180	1893	9.66	150	1500
2030	7.2	90	1200	10.38	150	1740	12.24	150	2043	9.78	120	1620
2031	7.29	90	1290	10.5	120	1860	12.42	180	2223	9.9	121	1741
2032	7.38	90	1380	10.62	120	1980	12.54	120	2343	10.02	120	1861
2033	7.47	90	1470	10.74	121	2101	12.69	150	2493	10.14	121	1982
2034	7.53	61	1531	10.86	120	2221	12.84	150	2643	10.23	90	2072
2035	7.62	90	1621	10.95	90	2311	12.96	121	2764	10.35	120	2192
2036	7.68	60	1681	11.07	121	2432	13.08	120	2884	10.44	90	2282
2037	7.74	61	1742	11.16	90	2522	13.2	120	3004	10.53	90	2372
2038	7.8	60	1802	11.25	90	2612	13.29	90	3094	10.62	90	2462

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



Tabela 34 – Continuação Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural.

ANO	POPULAÇÃO RURAL											
	AGLOMERADA											
	Barreta			Bonfim			Búzios			Campo de Santana		
	Extensão atual da Rede (km)		4.86	Extensão atual da Rede (km)		3.36	Extensão atual da Rede (km)		3.36	Extensão atual da Rede (km)		3.75
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Extensão da Rede (km)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Extensão da Rede (km)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Extensão da Rede (km)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Extensão da Rede (km)
2019	4.86	1		3.36	0		3.36	0		3.75	0	
2020	4.95	90	91	3.42	61	61	3.42	61	61	3.84	90	90
2021	5.04	90	181	3.48	61	122	3.48	61	122	3.9	61	151
2022	5.16	120	301	3.54	61	183	3.54	61	183	3.99	91	242
2023	5.25	90	391	3.63	90	273	3.63	90	273	4.05	60	302
2024	5.34	90	481	3.69	61	334	3.69	61	334	4.11	61	363
2025	5.43	90	571	3.75	61	395	3.75	61	395	4.2	90	453
2026	5.52	90	661	3.81	61	456	3.81	61	456	4.26	60	513
2027	5.58	61	722	3.87	61	517	3.87	61	517	4.32	61	574
2028	5.67	90	812	3.93	61	578	3.93	61	578	4.38	60	634
2029	5.76	90	902	3.96	30	608	3.96	30	608	4.44	61	695
2030	5.82	61	963	4.02	60	668	4.02	60	668	4.5	60	755
2031	5.91	90	1053	4.08	61	729	4.08	61	729	4.56	60	815
2032	5.97	60	1113	4.14	60	789	4.14	60	789	4.62	61	876
2033	6.03	61	1174	4.17	31	820	4.17	31	820	4.68	60	936
2034	6.12	90	1264	4.23	61	881	4.23	61	881	4.71	31	967
2035	6.18	60	1324	4.26	30	911	4.26	30	911	4.77	60	1027
2036	6.21	31	1355	4.29	31	942	4.29	31	942	4.8	31	1058
2037	6.27	60	1415	4.32	31	973	4.32	31	973	4.86	61	1119
2038	6.33	61	1476	4.38	60	1033	4.38	60	1033	4.89	30	1149

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



Tabela 35 – Continuação Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural.

ANO	POPULAÇÃO RURAL											
	AGLOMERADA											
	Genipapeiro			Golandi			Boagua			Morrinhos		
	Extensão atual da Rede (km)		19.77	Extensão atual da Rede (km)		18.78	Extensão atual da Rede (km)		23.13	Extensão atual da Rede (km)		12.09
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Extensão da Rede (km)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Extensão da Rede (km)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Extensão da Rede (km)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Extensão da Rede (km)
2019	19.77	0		18.78	1		23.13	0		12.09	0	
2020	20.16	391	391	19.17	391	392	23.58	450	450	12.33	240	240
2021	20.55	391	782	19.53	360	752	24.03	451	901	12.57	240	480
2022	20.94	391	1173	19.89	360	1112	24.48	450	1351	12.81	240	720
2023	21.3	360	1533	20.25	360	1472	24.9	420	1771	13.05	240	960
2024	21.69	391	1924	20.61	360	1832	25.35	451	2222	13.26	210	1170
2025	22.05	360	2284	20.94	331	2163	25.77	420	2642	13.5	240	1410
2026	22.38	330	2614	21.27	330	2493	26.19	421	3063	13.71	211	1621
2027	22.74	360	2974	21.6	331	2824	26.58	390	3453	13.92	210	1831
2028	23.07	331	3305	21.93	330	3154	26.97	391	3844	14.13	211	2042
2029	23.4	330	3635	22.23	301	3455	27.36	391	4235	14.31	180	2222
2030	23.73	331	3966	22.56	330	3785	27.75	391	4626	14.52	210	2432
2031	24.03	301	4267	22.83	270	4055	28.08	330	4956	14.7	180	2612
2032	24.3	270	4537	23.1	271	4326	28.41	331	5287	14.88	181	2793
2033	24.57	270	4807	23.37	270	4596	28.74	330	5617	15.03	150	2943
2034	24.84	270	5077	23.61	240	4836	29.04	301	5918	15.21	181	3124
2035	25.08	240	5317	23.85	241	5077	29.34	301	6219	15.36	150	3274
2036	25.32	241	5558	24.06	210	5287	29.61	270	6489	15.51	150	3424
2037	25.56	240	5798	24.27	211	5498	29.85	241	6730	15.63	121	3545
2038	25.74	180	5978	24.48	211	5709	30.12	270	7000	15.75	120	3665

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



Tabela 36 – Continuação Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural.

ANO	POPULAÇÃO RURAL								
	AGLOMERADA								
	Oitizeiro			Pirangi do Sul			Pium		
	Extensão atual da Rede (km)		16.11	Extensão atual da Rede (km)		5.46	Extensão atual da Rede (km)		2.7
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Extensão da Rede (km)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Extensão da Rede (km)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Extensão da Rede (km)
2019	16.11	0		5.46	0		5.46	2760	
2020	16.41	301	301	5.55	90	90	5.55	90	2850
2021	16.74	330	631	5.67	120	210	5.67	120	2970
2022	17.04	301	932	5.76	90	300	5.76	90	3060
2023	17.34	301	1233	5.88	120	420	5.88	120	3180
2024	17.64	301	1534	5.97	90	510	5.97	90	3270
2025	17.94	301	1835	6.06	90	600	6.06	90	3360
2026	18.24	300	2135	6.18	120	720	6.18	120	3480
2027	18.51	271	2406	6.27	90	810	6.27	90	3570
2028	18.78	270	2676	6.36	91	901	6.36	91	3661
2029	19.05	270	2946	6.45	90	991	6.45	90	3751
2030	19.32	270	3216	6.54	90	1081	6.54	90	3841
2031	19.56	240	3456	6.63	90	1171	6.63	90	3931
2032	19.8	241	3697	6.69	61	1232	6.69	61	3992
2033	20.01	211	3908	6.78	90	1322	6.78	90	4082
2034	20.22	210	4118	6.84	60	1382	6.84	60	4142
2035	20.43	211	4329	6.9	61	1443	6.9	61	4203
2036	20.61	180	4509	6.96	60	1503	6.96	60	4263
2037	20.79	180	4689	7.02	60	1563	7.02	60	4323
2038	20.97	180	4869	7.08	61	1624	7.08	61	4384

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



Tabela 37 – Continuação Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural.

ANO	POPULAÇÃO RURAL											
	DISPERSA											
	Camurupim			Hortigranjeira			Currais			Lagoazul		
	Extensão atual da Rede (km)		10.7	Extensão atual da Rede (km)		14	Extensão atual da Rede (km)		25.55	Extensão atual da Rede (km)		27.75
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Extensão da Rede (km)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Extensão da Rede (km)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Extensão da Rede (km)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano(m)	Extensão da Rede (km)
2019	10.7	-1		14	0		25.55	0		27.75	0	
2020	10.9	201	200	14.25	250	250	26.05	500	500	28.3	551	551
2021	11.1	200	400	14.55	301	551	26.55	500	1000	28.85	551	1102
2022	11.3	201	601	14.8	250	801	27.05	500	1500	29.4	550	1652
2023	11.55	250	851	15.05	250	1051	27.55	500	2000	29.9	500	2152
2024	11.7	150	1001	15.35	300	1351	28	450	2450	30.4	500	2652
2025	11.9	201	1202	15.6	250	1601	28.45	450	2900	30.9	500	3152
2026	12.1	200	1402	15.85	250	1851	28.95	500	3400	31.4	500	3652
2027	12.3	201	1603	16.1	251	2102	29.4	450	3850	31.9	500	4152
2028	12.5	200	1803	16.3	200	2302	29.8	401	4251	32.4	500	4652
2029	12.65	150	1953	16.55	250	2552	30.25	450	4701	32.85	451	5103
2030	12.85	200	2153	16.8	250	2802	30.65	400	5101	33.3	450	5553
2031	13	150	2303	17	200	3002	31.05	401	5502	33.7	401	5954
2032	13.15	150	2453	17.2	200	3202	31.4	350	5852	34.1	400	6354
2033	13.3	150	2603	17.4	200	3402	31.75	351	6203	34.5	400	6754
2034	13.45	150	2753	17.55	151	3553	32.1	351	6554	34.85	351	7105
2035	13.55	101	2854	17.75	200	3753	32.4	300	6854	35.2	351	7456
2036	13.7	150	3004	17.9	150	3903	32.7	301	7155	35.55	350	7806
2037	13.8	101	3105	18.05	151	4054	33	300	7455	35.85	301	8107
2038	13.9	100	3205	18.2	150	4204	33.25	250	7705	36.15	300	8407

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



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

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

Como discutido para o atendimento do déficit de ligações, considera-se uma meta imediata a ampliação da rede de abastecimento, para suprir as demandas atuais não atendidas, dos sistemas de abastecimento de água da cidade, bem como das localidades rurais que demandarão estudos detalhados para solucionar as carências técnicas identificadas no sistema atual para atendimento imediato das demandas não supridas.

Define-se, por conseguinte, como meta de curto prazo, o atendimento ao déficit de rede de distribuição dos sistemas, os quais necessitarão dos estudos supracitados. A partir da universalização do atendimento, o déficit anual deverá ser atendido conforme o surgimento das demandas, as quais são estimadas nas Tabela 32 e Tabela 33.

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

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:

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

Onde:

IN059: Índice de Perdas na distribuição

AG006: Volume de água produzido

AG010: Volume de água consumido

AG018: Volume de água tratada importado

AG024: Volume de serviço

No Município de Nísia Floresta foi diagnosticado um índice de perdas de 34% no ano de 2017, de acordo com o SNIS (2017).

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 Nísia Floresta 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 Nísia Floresta o consumo per capita identificado não foi apresentado no diagnóstico, visto que não a segregação no registro do volume consumido por cada setor. Inexistindo meios para determinar os consumos, estes podem ser estimados conforme as diretrizes do Manual de Saneamento da FUNASA de 2015 (Tabela 38 e Tabela 39).



Tabela 38 - 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 39 - 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 40 e na Tabela 41, 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 100,00 m³ de água, este volume se apresenta insuficiente para suporta a demanda para a partir do ano 2019. Deste modo, é necessária a construção de novos reservatórios para suprir a demanda não atendida. No que se refere as comunidades rurais, apenas as Comunidade Pirangi do Sul e Pium possuem reservatório instalado que suportam a demanda necessária para a população de saturação, os quais apresentam volume de 150,00 m³e 40,00 m³, respectivamente. Vale destacar que além de Pium e Pirangi do Sul, as comunidades de Barreta, Búzios, Campo de Santana e Lagoazul possuem reservatórios, porém estes carecem de ampliação para suportar a vazão demandada.



Tabela 40 - Demanda de reservação de água em função do crescimento natural da população urbana.

ANO	POPULAÇÃO URBANA					
	SEDE					
	Consumo per capita (l/hab.dia)	120	K1			1,2
	População (hab)	Perdas na distribuição (%)	Demanda máxima diária (m³/dia)	Reservação necessária (m³)	Reservação existente (m³)	Superávit (+) / Déficit (-)
2019	9993	34%	1438.94	479.65	100	-379.65
2020	9983	30%	1437.60	479.20	100	-379.20
2021	9970	26%	1435.63	478.54	100	-378.54
2022	9951	25%	1433.01	477.67	100	-377.67
2023	9929	25%	1429.75	476.58	100	-376.58
2024	9902	25%	1425.84	475.28	100	-375.28
2025	9870	25%	1421.28	473.76	100	-373.76
2026	9834	25%	1416.09	472.03	100	-372.03
2027	9794	25%	1410.27	470.09	100	-370.09
2028	9749	25%	1403.81	467.94	100	-367.94
2029	9699	25%	1396.72	465.57	100	-365.57
2030	9646	25%	1389.01	463.00	100	-363.00
2031	9580	25%	1379.58	459.86	100	-359.86
2032	9510	25%	1369.44	456.48	100	-356.48
2033	9435	25%	1358.61	452.87	100	-352.87
2034	9355	25%	1347.06	449.02	100	-349.02
2035	9269	25%	1334.79	444.93	100	-344.93
2036	9179	25%	1321.80	440.60	100	-340.60
2037	9084	25%	1308.09	436.03	100	-336.03
2038	8984	25%	1293.67	431.22	100	-331.22

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

Tabela 41 - Demanda de reservação de água em função da população de saturação da Zona Rural.

		POPULAÇÃO RURAL					
		Consumo per capita (l/hab.dia)	90	K1			1,2
	Localidade	População de saturação (hab)	Perdas na distribuição (%)	Demanda máxima diária (m³/dia)	Reservação necessária (m³)	Reservação existente (m³)	Superávit (+) / Déficit (-)
	AGLOMERADAS	Timbó	782	15%	84.50	28.17	0
Alcaçuz		1123	15%	121.34	40.45	0	-40.45
Mazapas		1337	15%	144.38	48.13	0	-48.13
Barra de Tabatinga		1126	15%	121.57	40.52	0	-40.52
Barreta		600	15%	64.82	21.61	55	33.39
Bonfim		589	15%	63.57	21.19	0	-21.19
Búzios		593	15%	64.04	21.35	10	-11.35
Campo de Santana		647	15%	69.84	23.28	50	26.72
Genipapeiro		2425	15%	261.88	87.29	0	-87.29
Golandi		2445	15%	264.07	88.02	0	-88.02
Boagua		2763	15%	298.41	99.47	0	-99.47
Morrinhos		1592	15%	171.97	57.32	0	-57.32
Oitizeiro		2037	15%	219.94	73.31	0	-73.31
Pirangi do Sul		700	15%	75.56	25.19	150	124.81
Pium	412	15%	44.44	14.81	40	25.19	
DISPERSAS	Camurupim	833	15%	89.98	29.99	0	-29.99
	Hortigranjeira	689	15%	74.39	24.80	0	-24.80
	Currais	1843	15%	199.02	66.34	0	-66.34
	Lagoazul	1749	15%	188.90	62.97	20	-42.97

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

É importante destacar que muito dos reservatórios das comunidades rurais necessitam de manutenção, encontrando-se em estado precário de conservação, com danos estruturais e vazamentos. 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 no sistema de abastecimento de Nísia Floresta não há estação elevatória de água tratada.

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 Nísia Floresta, 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.



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB
Prospectiva e Planejamento Estratégico



Considerando-se o planejamento voltado ao atendimento universalizado para toda a área do município a Tabela 42 e a Tabela 43 apresentam as demandas de água a ser captada e tratada para abastecimento da população do Município de Nísia Floresta.



Tabela 42 - 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)		K1	1,2	Qesp (L/s)
	População (hab)	Perdas na distribuição (%)	Q (L/s)	Capacidade Instalada (L/s)	Superávit (+) / Déficit (-)
2019	9993	34%	16.6543	19.36	2.7012
2020	9983	30%	16.6389	19.36	2.7166
2021	9970	26%	16.6161	19.36	2.7395
2022	9951	25%	16.5858	19.36	2.7698
2023	9929	25%	16.5480	19.36	2.8075
2024	9902	25%	16.5028	19.36	2.8528
2025	9870	25%	16.4501	19.36	2.9055
2026	9834	25%	16.3900	19.36	2.9656
2027	9794	25%	16.3226	19.36	3.0330
2028	9749	25%	16.2478	19.36	3.1078
2029	9699	25%	16.1657	19.36	3.1898
2030	9646	25%	16.0766	19.36	3.2790
2031	9580	25%	15.9673	19.36	3.3882
2032	9510	25%	15.8501	19.36	3.5055
2033	9435	25%	15.7246	19.36	3.6309
2034	9355	25%	15.5909	19.36	3.7646
2035	9269	25%	15.4490	19.36	3.9066
2036	9179	25%	15.2986	19.36	4.0569
2037	9084	25%	15.1400	19.36	4.2156
2038	8984	25%	14.9730	19.36	4.3826

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

Tabela 43 - 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	Timbó	782	15%	0.98	8.33	7.36
	Alcaçuz	1123	15%	1.40	4.17	2.76
	Mazapas	1337	15%	1.67	21.94	20.27
	Barra de Tabatinga	1126	15%	1.41	6.94	5.54
	Barreta	600	15%	0.75	1.94	1.19
	Bonfim	589	15%	0.74	2.78	2.04
	Búzios	593	15%	0.74	5.56	4.81
	Campo de Santana	647	15%	0.81	6.39	5.58
	Genipapeiro	2425	15%	3.03	1.39	-1.64
	Golandi	2445	15%	3.06	2.78	-0.28
	Boagua	2763	15%	3.45	1.67	-1.79
	Morrinhos	1592	15%	1.99	3.33	1.34
	Oitizeiro	2037	15%	2.55	3.33	0.79
	Pirangi do Sul	700	15%	0.87	16.67	15.79
Pium	412	15%	0.51	4.17	3.65	
DISPERSAS	Camurupim	833	15%	1.04	0.00	-1.04
	Hortigranjeira	689	15%	0.86	2.78	1.92
	Currais	1843	15%	2.30	2.22	-0.08
	Lagoazul	1749	15%	2.19	5.56	3.37

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

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.

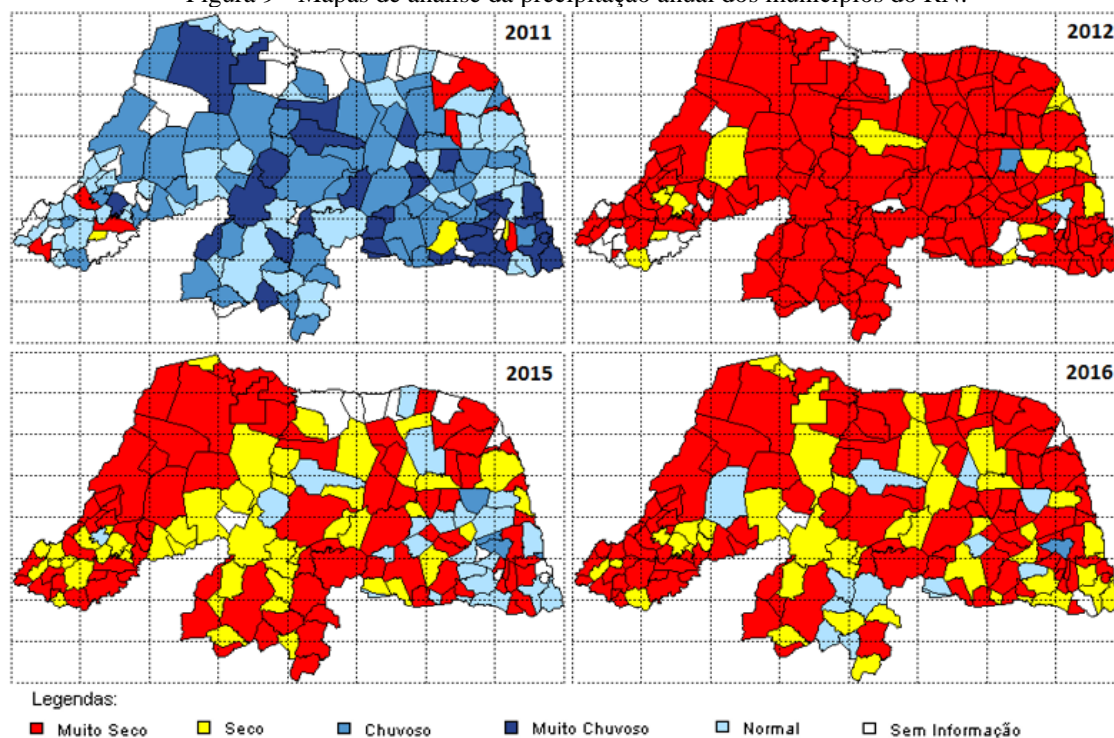


4.3.6 Descrição dos mananciais passíveis de utilização para o abastecimento de água na área de planejamento

A avaliação quanto à capacidade de um manancial atender ao abastecimento de água do município de Nísia Floresta 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 9 apresenta o mapa com a situação da precipitação anual dos municípios do Rio Grande do Norte nos anos de 2011, 2012, 2015 e 2016.

Figura 9 - Mapas de análise da precipitação anual dos municípios do RN.



Fonte: Adaptado de EMPARN (2017).

A Tabela 44 apresenta os valores de precipitação média anual dos anos de 1963 a 2010 e o valor total anual dos últimos anos do município de Nísia Floresta. Com isso é notório que a situação de baixas precipitações impacte diretamente na disponibilidade de água para o abastecimento.

Tabela 44 - Dados de precipitação do município de Nísia Floresta

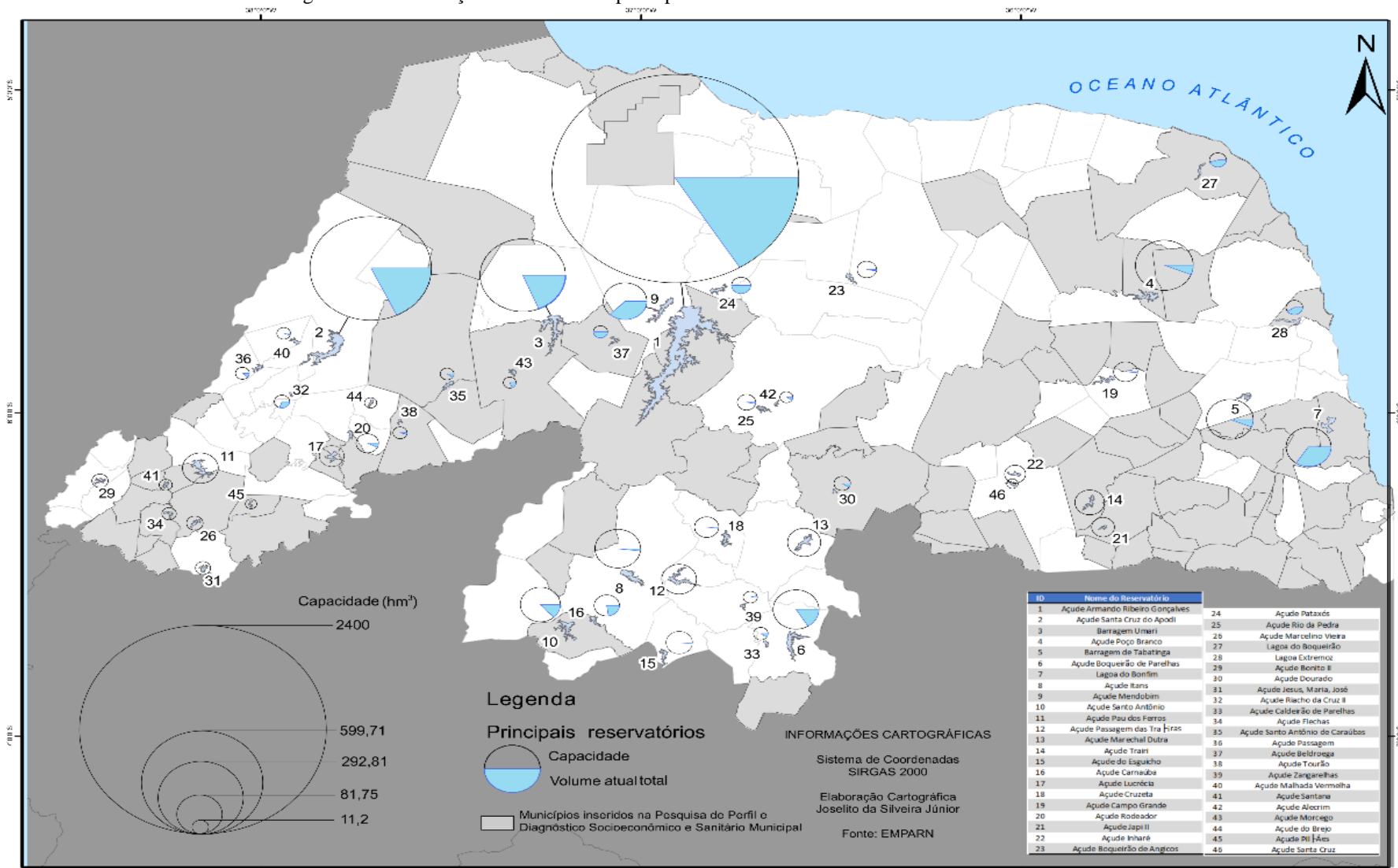
Precipitação média anual (1963 – 2010)	Precipitação anual (mm)					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1461,7	1814	1371,2	1138,6	1039	990,1	1111,3

Fonte: Adaptado de EMPARN (2019).

Conforme o cenário apresentado, percebe-se que a questão referente ao planejamento necessita levar em consideração as incertezas pluviométricas as quais a região semiárida está susceptível. Dos 47 mananciais públicos do Rio Grande Norte com volume acima de 5 milhões de metros cúbicos, a reserva existente no ano de 2015 correspondia a apenas 20% do total da capacidade (COORDENADORIA ESTADUAL DE PROTEÇÃO DE DEFESA CIVIL, 2015). Em agosto de 2017, segundo relatório do IGARN, a reserva percentual foi de 23,4% dos 47 reservatórios vistoriados do Rio Grande do Norte. A Figura 10 apresenta o mapa dos principais reservatórios utilizados no abastecimento de água do Estado e seus respectivos volumes.



Figura 10 - Localização e volumes dos principais reservatórios do Estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: Rodrigues, 2017.



Quantos 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 45 - Valores dos índices de qualidade da água e do estado trófico dos principais mananciais do RN.

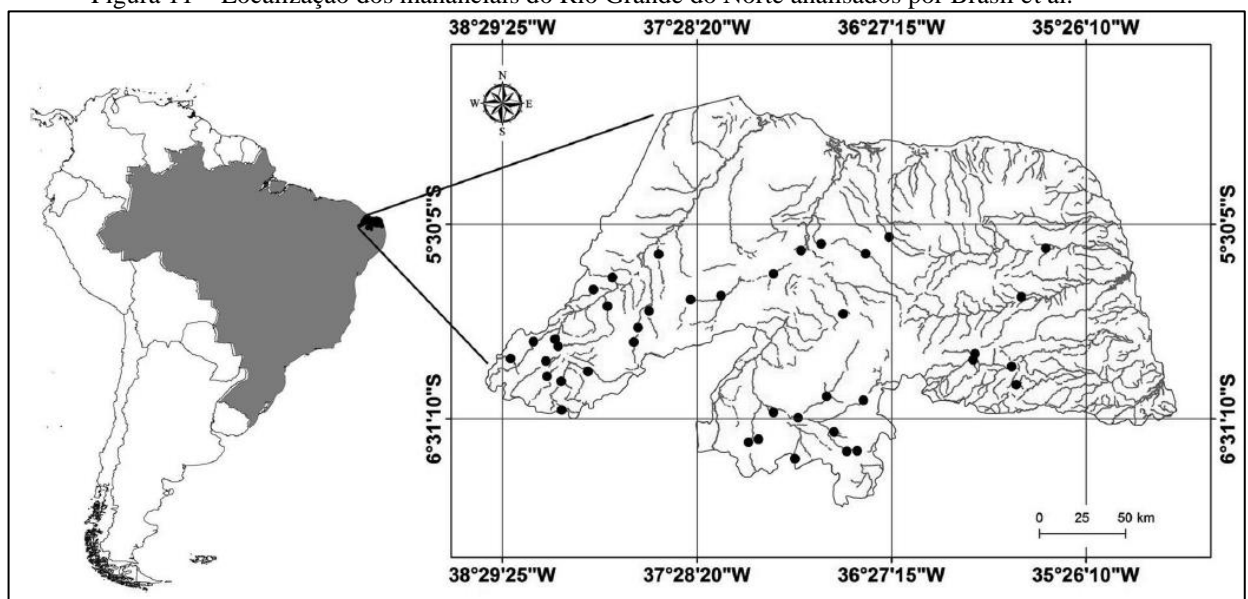
Manancial	Indicadores de qualidade			
	IQA		IET	
Barragem Armando Ribeiro Gonçalves (Itajá)	82,39	Bom	58,05	Mesotrófico
Barragem Armando Ribeiro Gonçalves (S. Rafael)	87,05	Bom	60,15	Eutrófico
Lagoa do Bonfim	79,84	Bom	53,41	Mesotrófico
Barragem Pau dos Ferros	66,50	Médio	73,70	Hipereutrófico
Barragem 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 45, 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 9 apresenta a localização dos mananciais analisados.

Figura 11 – Localização dos mananciais do Rio Grande do Norte analisados por Brasil et al.



Fonte: Brasil et al. (2016).

A Tabela 46 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 46, os mananciais açude flecha, açude Marcelino Vieira, açude Lucrécia, barragem Armando Ribeiro Gonçalves



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB
Prospectiva e Planejamento Estratégico



(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 46 – 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	Cloratos (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 SO ₄ ⁻⁻)	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

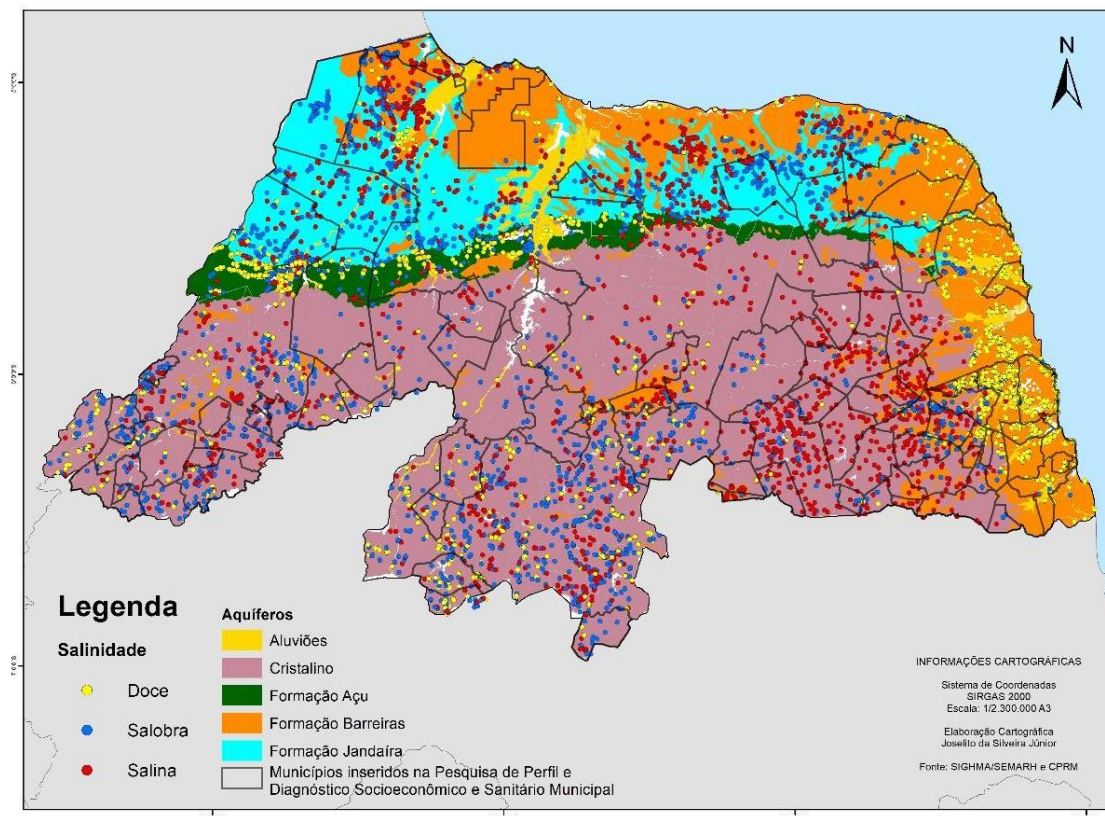
Conforme a Lei 9.433/1997 a gestão sistemática dos recursos hídricos precisa ser realizada sem que haja a dissociação dos aspectos quantitativos e qualitativos. O manancial utilizado pelo sistema de abastecimento de água do município de Nísia Floresta é o manancial subterrâneo proveniente do Aquífero Barreiras. Porém, se faz necessário que haja a análise de alternativas para que se possa aumentar o grau de segurança hídrica do município. Conforme apresentado no item anterior, grande parte dos mananciais se encontra com sua capacidade exaurida pelos baixos índices pluviométricos, o que torna necessário a adoção de fontes alternativas para o abastecimento de água e a utilização de sistemas adutores emergenciais. As alternativas utilizadas no período de seca servem como parâmetros para que se possa aprimorar as alternativas e planejar as estratégias de combate aos possíveis eventos de emergências.

Considerando que não se registra para o Estado do Rio Grande do Norte as vazões outorgáveis dos mananciais dentro do seu território, e compatibilizando as análises de classificação dos referidos mananciais quanto sua qualidade para uso potável da água, pode-se observar como possíveis mananciais para abastecimento do município Nísia Floresta a Lagoa do Bonfim, Barragem de Tabatinga e os açudes Trairi e Japi II tendo em vista suas respectivas localizações em relação a sede do município. Contudo, se faz necessário realizar estudos detalhados para atestar a viabilidade técnica e econômica para tanto.

Diante do exposto, pode-se optar também pela exploração das águas subterrâneas, desde que o município disponha dessa reserva e a água bruta seja submetida ao tratamento adequado para sua potabilização. Considerando que o município Nísia Floresta se encontra em uma região de aquífero Barreiras, conforme apresentado na Figura 12, que é de fácil recarga e possui águas de boa qualidade, ou seja, com característica adequada, própria para consumo humano, é viável sua inclusão como fonte complementar para suprimento humano. Para tanto é necessário realizar estudo para que se obtenha resultados mais conclusivos a esse respeito.

De acordo com a população prospectada no horizonte de planejamento de 20 anos, temos que para o atendimento da população de 8984 pessoas, se faz necessário a captação de 1.078,08 m³/dia. O manancial em questão possui vazão mínima suficiente para o atendimento desta demanda em situações de normalidade dos índices de precipitação.

Figura 12 - Mapa de aquíferos, poços e salinidade do Estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: Rodrigues, 2017

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

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

Um aspecto que merece ser levado em consideração no planejamento do abastecimento de água da zona rural e das áreas especiais é que, usualmente, a população que reside nessa região tem bem definido e pratica constantemente a subdivisão no que se refere ao uso e à qualidade da água, desta forma, as residências fazem a separação da água a ser utilizada de



acordo com sua qualidade, utilizando a água de melhor qualidade para beber e cozinhar e deixando as demais fontes menos seguras para os usos menos nobres. O problema quanto ao abastecimento de água potável segura para essa população foi parcialmente sanado com o acesso à programas de construção de cisternas, fornecendo uma tecnologia simples e que atende aos usos mais nobres da água. Com relação aos usos que não exigem que a água seja de ótima qualidade (irrigação, atividades domésticas, higiene pessoal) tem-se utilizado água de barreiros, açudes, água de poço (salobra), dentre outros. Por isso, é imprescindível que seja levantada qual a carência exata de cada comunidade em relação 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 e áreas especiais, deste modo é necessário que estudos distintos sejam realizados para o atendimento das necessidades identificadas no Diagnóstico técnico-Participativo.

De acordo com os estudos realizados nos tópicos anteriores, recomendam-se as intervenções listadas na Tabela 47, Tabela 48 e na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**



Tabela 47 - 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	2022 – 2746 ligações 2026 – 2713 ligações 2030 – 2661 ligações 2038 – 2479 ligações	1. Reduzir o déficit de ligação; 2. Ampliar a micromedição; 3. Prever a substituição dos hidrômetros instalados; 4. Atualizar o cadastro comercial do SAA.	1. Imediato (até 2022) 2. Curto prazo (até 2026) 3. Curto prazo (até 2030) 4. Imediato (até 2021)
Rede de distribuição	2022 – 27,46 km de rede 2026 – 27,13 km de rede 2030 – 26,61 km de rede 2038 – 24,79 km de rede	1. Ampliar a rede de distribuição; 2. Realizar cadastro técnico das redes; 3. Adequar as redes já existentes; 4. Cessar problemas de baixa pressão.	
Reservação	2038 – 431,22 m ³	1. Implantar reservatórios; 2. Adotar macromedidores nos reservatórios; 3. Adotar uma rotina de limpeza nos reservatórios.	
Estação elevatória de água tratada	-	1. Elaborar estudo de análise hidráulica do sistema para que sejam definidas soluções (bombeamento, elevação da cota do reservatório, alteração do diâmetro da rede etc.).	
Produção de água tratada	2038 – 14,97 l/s	1. Alcançar a demanda projetada no horizonte de planejamento; 2. Elaborar estudo de viabilidade técnica e econômica para atendimento da população desassistida.	
Definição de alternativas de mananciais	-	1. Avaliar as possibilidades de mananciais alternativos próximos ao município	

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



Tabela 48 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural e Áreas Especiais, comunidades com sistema de abastecimento por Nísia Floresta.

Zona Rural e Áreas Especiais			
Componente do Sistema de abastecimento de água	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Ligações de água	2022 – 6816 ligações 2026 – 7292 ligações 2030 – 7726 ligações 2038 – 8383 ligações	1. Reduzir o déficit de ligação; 2. Ampliar a micromedição; 3. Prever a substituição dos hidrômetros instalados; 4. Atualizar o cadastro comercial do SAA.	
Rede de distribuição	2022 – 240 km de rede 2026 – 257 km de rede 2030 – 273 km de rede 2038 – 296 km de rede	1. Ampliar a rede de distribuição; 2. Realizar cadastro técnico das redes; 3. Adequar as redes já existentes; 4. Cessar problemas de baixa pressão.	
Reservação	2038 – 874,21 m ³	1. Implantar reservatórios; 2. Adotar macromedidores nos reservatórios; 3. Adotar uma rotina de limpeza nos reservatórios.	
Estação elevatória de água tratada	-	1. Elaborar estudo de análise hidráulica do sistema para que sejam definidas soluções (bombeamento, elevação da cota do reservatório, alteração do diâmetro da rede etc.).	
Produção de água tratada	2038 – 30,35 l/s	1. Alcançar a demanda projetada no horizonte de planejamento; 2. Elaborar estudo de viabilidade técnica e econômica para atendimento da população desassistida.	
Definição de alternativas de mananciais	-	1. Avaliar as possibilidades de mananciais alternativos próximos ao município	

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

4.3.9 Previsão de eventos de emergência e contingência

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

Na Tabela 49 apresentam-se os principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de abastecimento de água.

Tabela 49 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de abastecimento de água.

Evento	Origem Possível
Interrupção do fornecimento de água	<ol style="list-style-type: none">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 intensas4. Enchentes5. Incêndio6. Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de produção de água;7. Qualidade inadequada da água dos mananciais;8. Rompimento de redes e linhas de adutoras de água tratada;9. Equipamento eletromecânico/estrutura danificada;10. Greve11. Sabotagem12. Acidente ambiental13. Depredação
Acidente na operação e manutenção do sistema	<ol style="list-style-type: none">1. Vazamento de produtos químicos nas instalações do sistema2. Acidente de trabalho na operação e manutenção do sistema

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



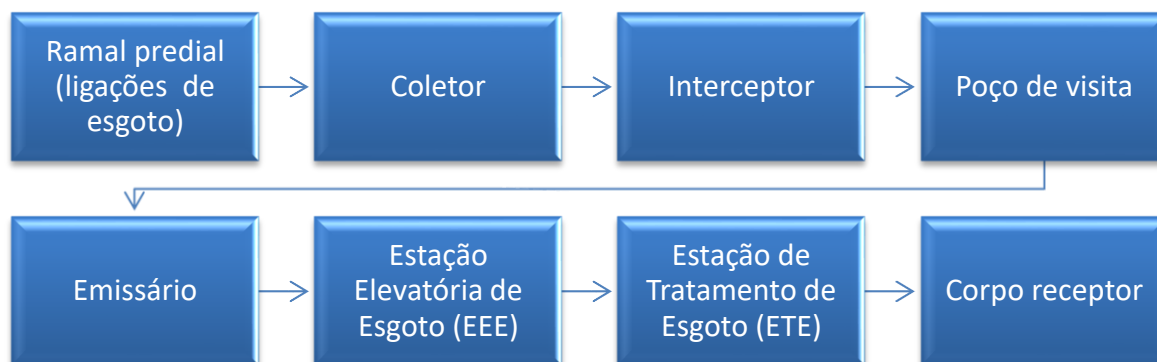
4.4 INFRAESTRUTURA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Os sistemas de esgotamento sanitário (SES) são considerados importantes sob diversos aspectos, entre os quais podem ser relacionados os de caráter sanitário, em que se destacam a coleta e remoção rápida e segura das águas residuárias, a eliminação da poluição do solo, a disposição sanitária e tratamento adequado dos efluentes, a melhoria das condições sanitárias locais, a conservação dos recursos naturais; os de caráter social a partir da eliminação de odores e melhoria de aspectos estéticos, drenagem de terrenos e áreas alagadas, prevenção do desconforto e de acidentes, uso dos cursos d'água para recreação e esporte; e sob o ponto de vista econômico tem-se o aumento da vida eficiente, com acréscimo da renda “*per capita*”, através do aumento da produtividade e da vida média provável, a implantação e desenvolvimento de indústrias, a conservação de recursos naturais; 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 10.

Figura 13 – Componentes constituintes de um Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2018.

O SES no município de Nísia Floresta 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 120 l/hab.dia e o coeficiente de retorno $C = 0,80$.

- Vazão média de esgotos

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

Em que:

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

P: população a ser atendida com abastecimento de água;

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

C: coeficiente de retorno = 0,80;

Q_{inf} : vazão de infiltração.

Considerando que o consumo de água e, 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

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

- Vazão mínima de esgotos

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

Em que:

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

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

P: população a ser atendida com abastecimento de água;

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

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

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

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

C: coeficiente de retorno = 0,80;

Q_{inf} : vazão de infiltração.

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

Segundo a NBR 9.649/1986, as taxas de contribuição de infiltração normalmente situam-se na faixa de 0,05 a 1,0 l/s.km de rede coletora, valores que dependem de condições locais tais como o nível da água do lençol freático, natureza do subsolo, qualidade da execução da rede, material da tubulação e tipo de junta utilizado. Para este Plano fica adotado um coeficiente de infiltração de 0,05 l/s.km.

O município de Nísia Floresta 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 km/ligação. Assim, foi construída a projeção da extensão da rede coletora de esgoto para o horizonte temporal do projeto.

O número de ligações também se encontra em déficit devido à inexistência da rede coletora em 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 52 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 Nísia Floresta, considerou-se 10 metros de rede/ligação na sede e 30 metros de rede/ligação para as comunidades aglomeradas, conforme estimativa utilizada para projeção da demanda por rede do SAA. Faz-se ainda planejamento de ampliação da cobertura do esgotamento e tratamento sanitário na sede do município em 0,0% ao ano, do primeiro ao quarto ano, 5% ao ano, a partir do quinto ano até alcançar 100% de cobertura.



Tabela 50 – 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)
2019	2757	-2757	27.57	-27.57	0%	0%	0	0.00	0.00	0.00
2020	2755	-2755	27.55	-27.55	0%	0%	0	0.00	0.00	0.00
2021	2751	-2751	27.51	-27.51	0%	0%	0	0.00	0.00	0.00
2022	2746	-2746	27.46	-27.46	0%	0%	0	0.00	0.00	0.00
2023	2739	-2739	27.39	-27.39	5%	5%	137	-137.00	1.37	-1.37
2024	2732	-2732	27.32	-27.32	5%	10%	274	-137.00	2.73	-1.36
2025	2723	-2723	27.23	-27.23	5%	15%	409	-135.00	4.08	-1.35
2026	2713	-2713	27.13	-27.13	5%	20%	543	-134.00	5.43	-1.34
2027	2702	-2702	27.02	-27.02	6%	26%	703	-160.00	7.03	-1.60
2028	2690	-2690	26.9	-26.9	6%	32%	861	-158.00	8.61	-1.58
2029	2676	-2676	26.76	-26.76	6%	38%	1017	-156.00	10.17	-1.56
2030	2661	-2661	26.61	-26.61	6%	44%	1171	-154.00	11.71	-1.54
2031	2643	-2643	26.43	-26.43	7%	51%	1348	-177.00	13.48	-1.77
2032	2624	-2624	26.24	-26.24	7%	58%	1522	-174.00	15.22	-1.74
2033	2603	-2603	26.03	-26.03	7%	65%	1692	-170.00	16.92	-1.70
2034	2581	-2581	25.81	-25.81	7%	72%	1859	-167.00	18.58	-1.66
2035	2558	-2558	25.58	-25.58	7%	79%	2021	-162.00	20.21	-1.63
2036	2533	-2533	25.33	-25.33	7%	86%	2179	-158.00	21.78	-1.58
2037	2506	-2506	25.06	-25.06	7%	93%	2331	-152.00	23.31	-1.52
2038	2479	-2479	24.79	-24.79	7%	100%	2479	-148.00	24.79	-1.48
2019	2757	-2757	27.57	-27.57	0%	0%	0	0.00	0.00	0.00

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



Destaca-se que as redes coletoras devem possuir cadastro técnico e comercial, com o intuito de viabilizar o conhecimento do perfil dos usuários, bem como resolver problemas operacionais com maior agilidade, deste modo, 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 Nísia Floresta, 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 43).

Como já apresentado no Diagnóstico, o município de Nísia Floresta para as áreas nas quais não existe coleta das águas residuárias, os efluentes recebem tratamento individual através de sistemas como fossa séptica e sumidouro ou somente fossa negra, e em grande parte dos casos as águas cinzas são lançadas a céu aberto, aumentando os riscos à saúde pública. Estima-se que até o ano de 2038 já esteja implantado o sistema público coletando a vazão máxima diária de 19,20 l/s, atingindo o índice de cobertura de 100% e propiciando a universalização do serviço na sede municipal.



Tabela 51 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população urbana.

ANO	POPULAÇÃO URBANA						
	SEDE						
	Consumo per capita de água (l/hab.dia)	120	Coefficiente de infiltração (l/s.km)	0,05	Coefficient e 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)	
2019	9993	0%	0	1.38	21.36	5.55	12.48
2020	9983	0%	0	1.38	21.34	5.55	12.47
2021	9970	0%	0	1.38	21.31	5.54	12.45
2022	9951	0%	0	1.37	21.28	5.53	12.43
2023	9929	5%	496	1.37	21.23	5.52	12.40
2024	9902	10%	990	1.37	21.17	5.50	12.37
2025	9870	15%	1481	1.36	21.10	5.48	12.33
2026	9834	20%	1967	1.36	21.02	5.46	12.28
2027	9794	26%	2546	1.35	20.94	5.44	12.23
2028	9749	32%	3120	1.35	20.84	5.42	12.18
2029	9699	38%	3686	1.34	20.74	5.39	12.12
2030	9646	44%	4244	1.33	20.62	5.36	12.05
2031	9580	51%	4886	1.32	20.48	5.32	11.97
2032	9510	58%	5516	1.31	20.33	5.28	11.88
2033	9435	65%	6133	1.30	20.17	5.24	11.78
2034	9355	72%	6735	1.29	20.00	5.20	11.68
2035	9269	79%	7323	1.28	19.82	5.15	11.58
2036	9179	86%	7894	1.27	19.62	5.10	11.47
2037	9084	93%	8448	1.25	19.42	5.05	11.35
2038	8984	100%	8984	1.24	19.21	4.99	11.22

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



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

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

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

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

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

Na Tabela 58 apresenta-se a estimativa das vazões de contribuições para o sistema de esgotamento sanitário ao longo do horizonte de projeto na área rural e áreas especiais. Será adotado o *per capita* de água de 90 l/hab.dia, conforme utilizado para o abastecimento de água.



Tabela 52 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural e áreas especiais.

ANO	POP. RURAL															
	AGLOMERADA															
	Timbó				Alcaçuz				Mazapas				Barra de Tabatinga			
	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)	
2019	601	0.901	0.250	0.501	863	1.294	0.360	0.719	1027	1.540	0.428	0.856	864	1.297	0.360	0.720
2020	613	0.919	0.255	0.511	880	1.320	0.367	0.733	1047	1.570	0.436	0.872	882	1.322	0.367	0.735
2021	624	0.937	0.260	0.520	897	1.345	0.374	0.747	1067	1.600	0.445	0.889	898	1.348	0.374	0.749
2022	636	0.954	0.265	0.530	913	1.370	0.381	0.761	1087	1.630	0.453	0.906	915	1.373	0.381	0.763
2023	647	0.971	0.270	0.539	930	1.394	0.387	0.775	1106	1.659	0.461	0.922	931	1.397	0.388	0.776
2024	659	0.988	0.274	0.549	946	1.419	0.394	0.788	1125	1.688	0.469	0.938	947	1.421	0.395	0.790
2025	670	1.004	0.279	0.558	961	1.442	0.401	0.801	1144	1.716	0.477	0.953	963	1.445	0.401	0.803
2026	680	1.020	0.283	0.567	977	1.465	0.407	0.814	1162	1.744	0.484	0.969	979	1.468	0.408	0.816
2027	691	1.036	0.288	0.576	992	1.488	0.413	0.827	1180	1.771	0.492	0.984	994	1.491	0.414	0.828
2028	701	1.052	0.292	0.584	1007	1.510	0.420	0.839	1198	1.797	0.499	0.998	1009	1.513	0.420	0.841
2029	711	1.067	0.296	0.593	1021	1.532	0.426	0.851	1215	1.823	0.506	1.013	1023	1.535	0.426	0.853
2030	721	1.081	0.300	0.601	1035	1.553	0.431	0.863	1232	1.848	0.513	1.027	1037	1.556	0.432	0.864
2031	730	1.095	0.304	0.608	1048	1.572	0.437	0.873	1247	1.871	0.520	1.039	1050	1.575	0.438	0.875
2032	739	1.108	0.308	0.615	1061	1.591	0.442	0.884	1262	1.893	0.526	1.052	1063	1.594	0.443	0.886
2033	747	1.120	0.311	0.622	1072	1.609	0.447	0.894	1276	1.914	0.532	1.063	1075	1.612	0.448	0.895
2034	755	1.132	0.314	0.629	1084	1.626	0.452	0.903	1290	1.935	0.537	1.075	1086	1.629	0.452	0.905
2035	762	1.143	0.318	0.635	1095	1.642	0.456	0.912	1303	1.954	0.543	1.085	1097	1.645	0.457	0.914
2036	769	1.154	0.321	0.641	1105	1.657	0.460	0.921	1315	1.972	0.548	1.096	1107	1.661	0.461	0.923
2037	776	1.164	0.323	0.647	1115	1.672	0.464	0.929	1326	1.989	0.553	1.105	1117	1.675	0.465	0.931
2038	782	1.174	0.326	0.652	1123	1.685	0.468	0.936	1337	2.005	0.557	1.114	1126	1.689	0.469	0.938

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



Tabela 53 – Continuação Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural e áreas especiais.

ANO	POP. RURAL															
	AGLOMERADA															
	Barreta				Bonfim				Búzios				Campo de Santana			
	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)	
2019	461	0.691	0.192	0.384	452	0.678	0.188	0.377	455	0.683	0.190	0.379	497	0.745	0.207	0.414
2020	470	0.705	0.196	0.392	461	0.691	0.192	0.384	464	0.697	0.193	0.387	506	0.760	0.211	0.422
2021	479	0.719	0.200	0.399	470	0.705	0.196	0.391	473	0.710	0.197	0.394	516	0.774	0.215	0.430
2022	488	0.732	0.203	0.407	478	0.718	0.199	0.399	482	0.723	0.201	0.402	526	0.789	0.219	0.438
2023	497	0.745	0.207	0.414	487	0.731	0.203	0.406	491	0.736	0.204	0.409	535	0.803	0.223	0.446
2024	505	0.758	0.211	0.421	495	0.743	0.206	0.413	499	0.749	0.208	0.416	544	0.816	0.227	0.454
2025	514	0.770	0.214	0.428	504	0.756	0.210	0.420	507	0.761	0.211	0.423	553	0.830	0.231	0.461
2026	522	0.783	0.217	0.435	512	0.768	0.213	0.426	516	0.773	0.215	0.430	562	0.843	0.234	0.469
2027	530	0.795	0.221	0.442	520	0.780	0.217	0.433	524	0.785	0.218	0.436	571	0.856	0.238	0.476
2028	538	0.807	0.224	0.448	527	0.791	0.220	0.440	531	0.797	0.221	0.443	579	0.869	0.241	0.483
2029	546	0.818	0.227	0.455	535	0.803	0.223	0.446	539	0.808	0.225	0.449	588	0.882	0.245	0.490
2030	553	0.830	0.230	0.461	542	0.814	0.226	0.452	546	0.820	0.228	0.455	596	0.894	0.248	0.497
2031	560	0.840	0.233	0.467	549	0.824	0.229	0.458	553	0.830	0.231	0.461	603	0.905	0.251	0.503
2032	567	0.850	0.236	0.472	556	0.833	0.232	0.463	560	0.840	0.233	0.466	610	0.916	0.254	0.509
2033	573	0.859	0.239	0.477	562	0.843	0.234	0.468	566	0.849	0.236	0.472	617	0.926	0.257	0.514
2034	579	0.869	0.241	0.483	568	0.852	0.237	0.473	572	0.858	0.238	0.477	624	0.936	0.260	0.520
2035	585	0.877	0.244	0.487	573	0.860	0.239	0.478	578	0.867	0.241	0.481	630	0.945	0.263	0.525
2036	590	0.885	0.246	0.492	579	0.868	0.241	0.482	583	0.875	0.243	0.486	636	0.954	0.265	0.530
2037	595	0.893	0.248	0.496	584	0.876	0.243	0.487	588	0.882	0.245	0.490	641	0.962	0.267	0.535
2038	600	0.900	0.250	0.500	589	0.883	0.245	0.491	593	0.889	0.247	0.494	647	0.970	0.269	0.539

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



Tabela 54 – Continuação Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural e áreas especiais.

ANO	POP. RURAL															
	AGLOMERADA															
	Genipapeiro				Golandi				Boagua				Morrinhos			
	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)	
2019	1862	2.793	0.776	1.552	1878	2.817	0.782	1.565	2122	3.183	0.884	1.768	1223	1.834	0.510	1.019
2020	1899	2.848	0.791	1.582	1915	2.872	0.798	1.596	2164	3.246	0.902	1.803	1247	1.871	0.520	1.039
2021	1935	2.903	0.806	1.613	1952	2.927	0.813	1.626	2205	3.308	0.919	1.838	1271	1.906	0.530	1.059
2022	1971	2.957	0.821	1.643	1988	2.981	0.828	1.656	2246	3.369	0.936	1.872	1294	1.942	0.539	1.079
2023	2006	3.010	0.836	1.672	2023	3.035	0.843	1.686	2286	3.429	0.953	1.905	1318	1.976	0.549	1.098
2024	2041	3.062	0.850	1.701	2058	3.087	0.858	1.715	2326	3.489	0.969	1.938	1340	2.010	0.558	1.117
2025	2075	3.113	0.865	1.729	2092	3.139	0.872	1.744	2364	3.547	0.985	1.970	1363	2.044	0.568	1.136
2026	2108	3.163	0.878	1.757	2126	3.189	0.886	1.772	2402	3.604	1.001	2.002	1385	2.077	0.577	1.154
2027	2141	3.212	0.892	1.784	2159	3.238	0.900	1.799	2440	3.659	1.017	2.033	1406	2.109	0.586	1.172
2028	2173	3.259	0.905	1.811	2191	3.287	0.913	1.826	2476	3.714	1.032	2.063	1427	2.140	0.595	1.189
2029	2204	3.306	0.918	1.837	2223	3.334	0.926	1.852	2512	3.767	1.046	2.093	1447	2.171	0.603	1.206
2030	2235	3.352	0.931	1.862	2253	3.380	0.939	1.878	2546	3.819	1.061	2.122	1467	2.201	0.611	1.223
2031	2262	3.393	0.943	1.885	2281	3.422	0.951	1.901	2578	3.867	1.074	2.148	1486	2.228	0.619	1.238
2032	2289	3.434	0.954	1.908	2308	3.462	0.962	1.924	2608	3.912	1.087	2.174	1503	2.255	0.626	1.253
2033	2315	3.472	0.964	1.929	2334	3.501	0.973	1.945	2638	3.956	1.099	2.198	1520	2.280	0.633	1.267
2034	2339	3.509	0.975	1.949	2359	3.538	0.983	1.966	2666	3.998	1.111	2.221	1536	2.304	0.640	1.280
2035	2363	3.544	0.984	1.969	2382	3.574	0.993	1.985	2692	4.038	1.122	2.243	1551	2.327	0.646	1.293
2036	2385	3.577	0.994	1.987	2405	3.607	1.002	2.004	2717	4.076	1.132	2.264	1566	2.349	0.652	1.305
2037	2405	3.608	1.002	2.005	2426	3.638	1.011	2.021	2741	4.111	1.142	2.284	1580	2.369	0.658	1.316
2038	2425	3.637	1.010	2.021	2445	3.668	1.019	2.038	2763	4.145	1.151	2.303	1592	2.389	0.663	1.327

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



Tabela 55 – Continuação Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural e áreas especiais.

ANO	POP. RURAL											
	AGLOMERADA											
	Oitizeiro				Pirangi do Sul				Pium			
	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
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)	
2019	1564	2.346	0.652	1.303	537	0.806	0.224	0.448	316	0.474	0.132	0.263
2020	1595	2.392	0.665	1.329	548	0.822	0.228	0.457	322	0.483	0.134	0.269
2021	1625	2.438	0.677	1.355	558	0.838	0.233	0.465	328	0.493	0.137	0.274
2022	1655	2.483	0.690	1.380	569	0.853	0.237	0.474	335	0.502	0.139	0.279
2023	1685	2.528	0.702	1.404	579	0.868	0.241	0.482	340	0.511	0.142	0.284
2024	1714	2.571	0.714	1.428	589	0.883	0.245	0.491	346	0.520	0.144	0.289
2025	1743	2.614	0.726	1.452	599	0.898	0.249	0.499	352	0.528	0.147	0.293
2026	1771	2.656	0.738	1.476	608	0.913	0.253	0.507	358	0.537	0.149	0.298
2027	1798	2.697	0.749	1.498	618	0.927	0.257	0.515	363	0.545	0.151	0.303
2028	1825	2.737	0.760	1.521	627	0.940	0.261	0.522	369	0.553	0.154	0.307
2029	1851	2.777	0.771	1.543	636	0.954	0.265	0.530	374	0.561	0.156	0.312
2030	1877	2.815	0.782	1.564	645	0.967	0.269	0.537	379	0.569	0.158	0.316
2031	1900	2.850	0.792	1.583	653	0.979	0.272	0.544	384	0.576	0.160	0.320
2032	1923	2.884	0.801	1.602	660	0.991	0.275	0.550	388	0.583	0.162	0.324
2033	1944	2.916	0.810	1.620	668	1.002	0.278	0.557	393	0.589	0.164	0.327
2034	1965	2.947	0.819	1.637	675	1.012	0.281	0.562	397	0.595	0.165	0.331
2035	1984	2.976	0.827	1.654	682	1.023	0.284	0.568	401	0.601	0.167	0.334
2036	2003	3.004	0.835	1.669	688	1.032	0.287	0.573	405	0.607	0.169	0.337
2037	2020	3.030	0.842	1.684	694	1.041	0.289	0.578	408	0.612	0.170	0.340
2038	2037	3.055	0.849	1.697	700	1.049	0.292	0.583	412	0.617	0.171	0.343

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



Tabela 56 – Continuação Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural e áreas especiais.

ANO	POP. RURAL															
	DISPERSA															
	Camurupim				Hortigranjeira				Currais				Lagoazul			
	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)	
2019	640	0.960	0.267	0.533	529	0.793	0.220	0.441	1415	2.123	0.590	1.179	1343	2.015	0.560	1.119
2020	653	0.979	0.272	0.544	539	0.809	0.225	0.450	1443	2.165	0.601	1.203	1370	2.055	0.571	1.142
2021	665	0.997	0.277	0.554	550	0.825	0.229	0.458	1471	2.206	0.613	1.226	1396	2.094	0.582	1.163
2022	677	1.016	0.282	0.564	560	0.840	0.233	0.467	1498	2.247	0.624	1.248	1422	2.133	0.592	1.185
2023	689	1.034	0.287	0.575	570	0.855	0.237	0.475	1525	2.287	0.635	1.271	1447	2.171	0.603	1.206
2024	701	1.052	0.292	0.584	580	0.870	0.242	0.483	1551	2.327	0.646	1.293	1472	2.208	0.613	1.227
2025	713	1.069	0.297	0.594	589	0.884	0.246	0.491	1577	2.365	0.657	1.314	1497	2.245	0.624	1.247
2026	724	1.087	0.302	0.604	599	0.898	0.250	0.499	1602	2.403	0.668	1.335	1521	2.281	0.634	1.267
2027	736	1.104	0.307	0.613	608	0.912	0.253	0.507	1627	2.441	0.678	1.356	1544	2.317	0.644	1.287
2028	747	1.120	0.311	0.622	617	0.926	0.257	0.514	1651	2.477	0.688	1.376	1567	2.351	0.653	1.306
2029	757	1.136	0.316	0.631	626	0.939	0.261	0.522	1675	2.513	0.698	1.396	1590	2.385	0.662	1.325
2030	768	1.152	0.320	0.640	635	0.952	0.264	0.529	1698	2.547	0.708	1.415	1612	2.418	0.672	1.343
2031	777	1.166	0.324	0.648	643	0.964	0.268	0.535	1719	2.579	0.716	1.433	1632	2.448	0.680	1.360
2032	787	1.180	0.328	0.655	650	0.975	0.271	0.542	1740	2.609	0.725	1.450	1651	2.477	0.688	1.376
2033	795	1.193	0.331	0.663	657	0.986	0.274	0.548	1759	2.639	0.733	1.466	1670	2.505	0.696	1.391
2034	804	1.206	0.335	0.670	664	0.997	0.277	0.554	1778	2.667	0.741	1.481	1687	2.531	0.703	1.406
2035	812	1.218	0.338	0.677	671	1.007	0.280	0.559	1795	2.693	0.748	1.496	1704	2.556	0.710	1.420
2036	819	1.229	0.341	0.683	677	1.016	0.282	0.564	1812	2.718	0.755	1.510	1720	2.580	0.717	1.433
2037	827	1.240	0.344	0.689	683	1.025	0.285	0.569	1828	2.742	0.762	1.523	1735	2.603	0.723	1.446
2038	833	1.250	0.347	0.694	689	1.033	0.287	0.574	1843	2.764	0.768	1.536	1749	2.624	0.729	1.458

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



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

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

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

- Estudo de viabilidade sobre o tipo de sistema mais sustentável para cada comunidade em prazo imediato;
- Estudo de um padrão ideal de fossas sépticas para as comunidades em que não se 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 e áreas especiais, o poder público, concessionária e/ou autarquia, deverá instruir e promover a assistência técnica para adoção de sistemas individuais adequados que minimizem os impactos ao meio ambiente e que assegurem a manutenção da saúde pública para população. Para isso deverá disponibilizar projetos padrão e assessoria para seus municípios, visando a correta implantação das alternativas individuais de tratamento de esgoto (fossa séptica e sumidouros, fossas de bananeiras, entre outros).

Dentre os estudos para identificar o padrão ideal de fossas sépticas para as comunidades em que não se 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.

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

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

Os coliformes 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*) é a principal bactéria do grupo de coliformes termotolerantes, sendo abundante nas fezes humanas e animais, e a única que dá garantia de contaminação exclusivamente fecal.

O esgoto bruto doméstico apresenta tipicamente valores da ordem de 10^9 a 10^{13} org/hab.dia de coliformes totais, 10^9 a 10^{12} org/hab.dia de coliformes 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 cálculo neste PMSB.

A remoção destes e de outros poluentes no tratamento de esgotos, de forma a adequar o lançamento a uma qualidade desejada ou ao padrão de qualidade vigente, está associada aos conceitos de nível de tratamento e eficiência do tratamento. O nível de tratamento classifica-se em preliminar, primário, secundário e terciário (Tabela 57).

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

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

Tabela 57 - 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 58.

Tabela 58 - 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	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



decantação	na remoção da DBO, o que permite que a lagoa tenha um volume inferior ao de uma lagoa aerada facultativa. No entanto, o efluente contém elevados teores de sólidos (bactérias), que necessitam ser removidos antes do lançamento no corpo receptor. A lagoa de decantação a jusante proporciona condições para esta remoção. O lodo da lagoa de decantação deve ser removido em períodos de poucos anos.
Lagoas de maturação	O objetivo principal das lagoas de maturação é a remoção de organismos patogênicos. Nas lagoas de maturação predominam condições ambientais adversas para estes microrganismos, como radiação ultravioleta, elevado pH, elevado oxigênio dissolvido, temperatura mais baixa que a trato intestinal humano, falta de nutrientes e predação por outros organismos. As lagoas de maturação constituem um pós-tratamento de processos que objetivem a remoção da DBO, sendo usualmente projetadas como uma série de lagoas, ou como lagoas com divisões por chicanas*. A eficiência da remoção de coliformes é elevadíssima.

DISPOSIÇÃO NO SOLO

Infiltração lenta	Os esgotos são aplicados no solo, fornecendo água e nutrientes necessários para o crescimento das plantas. Parte do líquido é evaporada, parte percola no solo, e a maior parte é absorvida pelas plantas. As taxas de aplicação no terreno são bem baixas.
Infiltração rápida	Os esgotos são dispostos em bacias rasas. O líquido passa pelo fundo poroso e percola pelo solo. A perda por evaporação é menor, face às maiores taxas de aplicação. A aplicação é intermitente, proporcionando um período de descanso para o solo.
Infiltração subsuperficial	O esgoto pré-decantado é aplicado abaixo do nível do solo. Os locais de infiltração são preenchidos com um meio poroso, no qual ocorre o tratamento. Os tipos mais comuns são as valas de infiltração e os sumidouros.
Escoamento superficial	Os esgotos são distribuídos na parte superior de terrenos com uma certa declividade, através do qual escoam, até serem coletados por valas na parte inferior. A aplicação é intermitente.

SISTEMAS ALAGADOS CONSTRUÍDOS (WETLANDS)

Sistemas alagados construídos	Os sistemas consistem de lagoas ou canais rasos, que abrigam plantas aquáticas flutuantes e/ou enraizadas (emergentes e submersas) numa camada de solo no fundo. Terras úmidas construídas, banhados artificiais, alagados artificiais, <i>wetlands</i> são denominações equivalentes.
-------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

SISTEMAS ANAERÓBIOS

Reator anaeróbio de manta de lodo e fluxo ascendente (UASB)	A DBO é convertida anaerobiamente por bactérias dispersas no reator. O fluxo do líquido é ascendente. A parte superior do reator é dividida nas zonas de sedimentação e de coleta de gás. O sistema dispensa decantação primária. A produção de lodo é baixa, e o lodo já sai adensado e estabilizado.
Filtro anaeróbio	A DBO é convertida anaerobiamente por bactérias aderidas a um meio suporte (usualmente pedras) no reator. O tanque trabalha submerso, e o fluxo é ascendente. O sistema requer decantação primária (frequentemente fossas sépticas). A produção de lodo é baixa e o lodo já sai estabilizado.

LODOS ATIVADOS



Lodos ativados convencional	Compreende o tanque aerado por difusores de ar, chamado de reator biológico e o decantador secundário. A produção de lodo é elevada, e a biomassa permanece no tanque por mais tempo que o líquido, o que assegura a elevada eficiência na remoção de DBO. Uma parte do lodo é removida constantemente e é destinada ao tratamento.
Lodos ativados por aeração prolongada	Similar ao sistema anterior, com a diferença de que a biomassa permanece por mais tempo no sistema. O lodo excedente retirado já sai estabilizado e usualmente não se incluem unidades de decantação primária.
Lodos ativados de fluxo intermitente	Em um mesmo tanque ocorre a aeração e posteriormente a sedimentação quando são desligados os aeradores. Dispensa os decantadores secundários.
Lodos ativados com remoção biológica de nitrogênio	É incorporada uma zona anóxica (ausência de oxigênio, mas presença de nitrogênio) antes ou após o reator biológico, onde os nitratos formados pela nitrificação (que ocorreu na zona aeróbia) são convertidos a nitrogênio gasoso (desnitrificação) e se dispersam para a atmosfera.
Lodos ativados com remoção biológica de nitrogênio e fósforo	Além das zonas aeróbias e anaeróbias, também é incorporada uma zona anaeróbia na extremidade à montante com a produção de biomassa capaz de absorver o fósforo. Os microrganismos são retirados e, assim, ocorre a remoção de fósforo do reator biológico.

REATORES AERÓBIOS COM BIOFILMES

Filtro de baixa carga	O esgoto é aplicado na superfície de tanques aeróbios através de distribuidores rotativos, percola pelo tanque e sai no fundo, sendo retida a matéria orgânica. As placas de bactérias que se desprendem e saem do sistema são removidas no decantador secundário.
Filtro de alta carga	Similar à descrição anterior, no entanto a carga de DBO é maior, e assim as bactérias (lodo excedente) necessita ser estabilizado e tratado.
Biofiltro aerado submerso	Constitui em um tanque preenchido com material poroso (geralmente submerso) por onde o esgoto e o ar fluem permanentemente. O ar é ascendente e o líquido a ser tratado pode ser ascendente ou descendente.
Biodisco	A biomassa encontra-se aderida a um meio suporte na forma de discos parcialmente submersos no líquido, os quais giram e expõe de forma intermitente os micro-organismos ao líquido.

Fonte: Von Sperling (2014).

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

Na Tabela 59 apresentam-se as eficiências típicas de diversos sistemas de tratamento aplicados a esgotos predominantemente domésticos.



Tabela 59 - 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 Nísia Floresta, utilizaram-se as eficiências médias típicas de remoção e parâmetros bibliográficos, como a concentração de organismos em esgotos (Tabela 60). Ressalta-se que na situação em que se estiver investigando o lançamento de um efluente tratado, deve-se considerar a redução da DBO proporcionada pela eficiência do tratamento. Para tanto, foram levadas em consideração as alternativas do lançamento de esgotos sem tratamento e com tratamento, tanto para a área urbana quanto rural, incluindo áreas especiais.

Tabela 60 - Parâmetros de eficiência adotados no PMSB de Nísia Floresta.

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 Nísia Floresta, 2019

A previsão de carga orgânica diária de DBO e de coliformes fecais para o município de Nísia Floresta 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 61. No cálculo das concentrações de DBO e de coliformes fecais, considerou-se a vazão média e a carga orgânica diária, conforme Equação 19 (Tabela 62).



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB
 Prospectiva e Planejamento Estratégico



Tabela 61 – 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 (g/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)
2019	9993	0%	0	1078.39	54	100000000000.00	539600.64	999260441270153.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2020	9983	0%	0	1077.42	54	100000000000.00	539101.17	998335493562688.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021	9970	0%	0	1075.93	54	100000000000.00	538360.08	996963112271220.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2022	9951	0%	0	1073.97	54	100000000000.00	537379.10	995146489334490.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2023	9929	5%	496	1071.49	54	100000000000.00	536156.69	992882751988446.00	25467.44	49644137599422.30	17425.09	32268689439624.50
2024	9902	10%	990	1068.58	54	100000000000.00	534689.48	990165698634432.00	50795.50	99016569863443.20	34754.82	64360770411238.10
2025	9870	15%	1481	1065.16	54	100000000000.00	532981.62	987003004675723.00	75949.88	148050450701358.00	51965.71	96232792955883.00
2026	9834	20%	1967	1061.26	54	100000000000.00	531035.10	983398327101385.00	100896.67	196679665420277.00	69034.56	127841782523180.00
2027	9794	26%	2546	1056.91	54	100000000000.00	528851.07	979353834490333.00	130626.21	254631996967487.00	89375.83	165510798028866.00
2028	9749	32%	3120	1052.08	54	100000000000.00	526427.91	974866493768652.00	160034.08	311957278005969.00	109497.00	202772230703880.00
2029	9699	38%	3686	1046.75	54	100000000000.00	523769.62	969943738236714.00	189080.83	368578620529951.00	129371.10	239576103344468.00
2030	9646	44%	4244	1040.96	54	100000000000.00	520880.39	964593306011025.00	217728.00	424421054644851.00	148971.79	275873685519153.00
2031	9580	51%	4886	1033.90	54	100000000000.00	517341.49	958039793371468.00	250651.95	488600294619449.00	171498.70	317590191502642.00
2032	9510	58%	5516	1026.32	54	100000000000.00	513541.65	951003056915356.00	282961.45	551581773010907.00	193605.20	358528152457089.00
2033	9435	65%	6133	1018.19	54	100000000000.00	509477.17	943476244878340.00	314602.15	613259559170921.00	215254.11	398618713461099.00
2034	9355	72%	6735	1009.54	54	100000000000.00	505145.83	935455238467466.00	345519.75	673527771696576.00	236408.25	437793051602774.00
2035	9269	79%	7323	1000.37	54	100000000000.00	500545.98	926937008201244.00	375659.76	732280236478983.00	257030.36	475982153711339.00
2036	9179	86%	7894	990.63	54	100000000000.00	495675.80	917918147176907.00	404967.13	789409606572141.00	277082.77	513116244271891.00
2037	9084	93%	8448	980.32	54	100000000000.00	490534.69	908397575557532.00	433387.40	844809745268505.00	296528.22	549126334424529.00
2038	8984	100%	8984	969.54	54	100000000000.00	485124.57	898378831074906.00	460868.34	898378831074906.00	315330.97	583946240198689.00

Fonte: Comitê executivo PMSB de Nísia Floresta, 2019.



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB
 Prospectiva e Planejamento Estratégico



Tabela 61 – Estimativa da carga orgânica e remoção de DBO e Coliformes Fecais, sem tratamento e com diferentes tipos de tratamento para área urbana (*Continuação*).

AN O	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 (g/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2022	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2023	8310.43	1504217369262.50	8310.43	327651308156.19	5361.57	496441375994.22	2680.7834	496441375994.23	2680.78	9928827519884.46	8042.35	9928827519884.46	2680.78	496441375994.22
2024	16575.37	3000202066862.33	16575.37	653509361098.73	10693.79	990165698634.43	5346.8948	990165698634.32	5346.89	19803313972688.60	16040.68	19803313972688.60	5346.89	990165698634.43
2025	24783.65	4485928656251.16	24783.65	977132974628.97	15989.45	1480504507013.59	7994.7243	14805045070135.80	7994.72	29610090140271.70	23984.17	29610090140271.70	7994.72	1480504507013.59
2026	32924.18	5959393862234.39	32924.18	1298085791773.84	21241.40	1966796654202.77	10620.702	19667966542027.70	10620.70	39335933084055.40	31862.11	39335933084055.40	10620.70	1966796654202.77
2027	42625.40	7715349508114.84	42625.40	1680571179985.42	27500.26	2546319969674.87	13750.128	25463199696748.70	13750.13	50926399393497.30	41250.38	50926399393497.30	13750.13	2546319969674.87
2028	52221.65	9452305523580.85	52221.65	2058918034839.41	33691.39	3119572780059.69	16845.693	31195727800596.90	16845.69	62391455601193.70	50537.08	62391455601193.70	16845.69	3119572780059.69
2029	61700.06	11167932202057.50	61700.06	2432618895497.70	39806.49	3685786205299.52	19903.246	36857862052995.10	19903.25	73715724105990.30	59709.74	73715724105990.30	19903.25	3685786205299.52
2030	71048.08	12859957955739.00	71048.08	2801178960656.04	45837.47	4244210546448.52	22918.737	42442105464485.10	22918.74	84884210928970.20	68756.21	84884210928970.20	22918.74	4244210546448.52
2031	81791.69	14804588926969.30	81791.69	3224761944488.39	52768.83	4886002946194.49	26384.416	48860029461944.90	26384.42	97720058923889.70	79153.25	97720058923889.70	26384.42	4886002946194.49
2032	92334.79	16712927722230.50	92334.79	3640439701872.01	59570.83	5515817730109.07	29785.416	55158177301090.60	29785.42	110316354602181.00	89356.25	110316354602181.00	29785.42	5515817730109.07
2033	102659.65	18581764642878.90	102659.65	4047513090528.11	66232.03	6132595591709.22	33116.016	61325955917092.10	33116.02	122651911834184.00	99348.05	122651911834184.00	33116.02	6132595591709.22
2034	112748.55	20407891482406.20	112748.55	4445283293197.43	72741.00	6735277716965.76	36370.53	67352777169657.50	36370.55	134705554339315.00	109111.50	134705554339315.00	36370.55	6735277716965.76
2035	122583.71	22188091165313.20	122583.71	4833049560761.33	79086.27	7322802364789.84	39543.133	73228023647898.30	39543.13	146456047295797.00	118629.40	146456047295797.00	39543.13	7322802364789.84
203	132147.	23919111079135	132147.	5210103403376	85256.	7894096065721	42628.1	78940960657214	42628.	157881921314428	127884.	157881921314428	42628.	7894096065721



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB
 Prospectiva e Planejamento Estratégico



AN O	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 (g/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)
6	17	.90	17	.17	24	.41	19	.00	12	.00	36	.00	12	.41
2037	141421.15	25597735281635.70	141421.15	5575744318772.18	91239.45	8448097452685.06	45619.726	84480974526850.50	45619.73	168961949053701.00	136859.18	168961949053701.00	45619.73	8448097452685.06
2038	150388.62	27220878581569.60	150388.62	5929300285094.42	97024.91	8983788310749.07	48512.457	89837883107490.60	48512.46	179675766214981.00	145537.37	179675766214981.00	48512.46	8983788310749.07

Fonte: Comitê executivo PMSB de Nísia Floresta, 2019.



Tabela 62 – 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 (mg/l)	Coliformes Fecais (org/ml)	DBO (mg/l)	Coliformes Fecais (org/ml)	DBO (mg/l)	Coliformes Fecais (org/ml)
2019	9993	0%	0	1078.39	54	100000000000.00	500.38	926620.42	0	0	0	0
2020	9983	0%	0	1077.42	54	100000000000.00	500.36	926599.91	0.00	0.00	0.00	0.00
2021	9970	0%	0	1075.93	54	100000000000.00	500.37	926607.83	0.00	0.00	0.00	0.00
2022	9951	0%	0	1073.97	54	100000000000.00	500.37	926607.35	0.00	0	0.00	0
2023	9929	5%	496	1071.49	54	100000000000.00	500.38	926635.5	23.77	46331.775	16.26	30115.654
2024	9902	10%	990	1068.58	54	100000000000.00	500.37	926616.95	47.54	92661.695	32.52	60230.101
2025	9870	15%	1481	1065.16	54	100000000000.00	500.38	926627.23	71.30	138994.08	48.79	90346.155
2026	9834	20%	1967	1061.26	54	100000000000.00	500.38	926629.31	95.07	185325.86	65.05	120461.81
2027	9794	26%	2546	1056.91	54	100000000000.00	500.38	926623.33	123.59	240922.07	84.56	156599.34
2028	9749	32%	3120	1052.08	54	100000000000.00	500.37	926608.86	152.11	296514.83	104.08	192734.64
2029	9699	38%	3686	1046.75	54	100000000000.00	500.38	926624.78	180.64	352117.42	123.59	228876.32
2030	9646	44%	4244	1040.96	54	100000000000.00	500.38	926633.96	209.16	407718.94	143.11	265017.31
2031	9580	51%	4886	1033.90	54	100000000000.00	500.38	926630.9	242.43	472581.76	165.88	307178.14
2032	9510	58%	5516	1026.32	54	100000000000.00	500.37	926614.8	275.70	537436.58	188.64	349333.78
2033	9435	65%	6133	1018.19	54	100000000000.00	500.38	926623.93	308.98	602305.55	211.41	391498.61
2034	9355	72%	6735	1009.54	54	100000000000.00	500.37	926618.79	342.26	667165.53	234.18	433657.59
2035	9269	79%	7323	1000.37	54	100000000000.00	500.36	926598.68	375.52	732012.96	256.94	475808.42
2036	9179	86%	7894	990.63	54	100000000000.00	500.37	926603.18	408.80	796878.73	279.70	517971.18
2037	9084	93%	8448	980.32	54	100000000000.00	500.38	926632.9	442.09	861768.6	302.48	560149.59
2038	8984	100%	8984	969.54	54	100000000000.00	500.37	926606.53	475.35	926606.53	325.24	602294.24

Fonte: Comitê executivo PMSB de Nísia Floresta, 2019.



Tabela 62 – 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 (mg/l)	Coliformes Fecais (org/ml)	DBO (mg/l)	Coliformes Fecais (org/ml)	DBO (mg/l)	Coliformes Fecais (org/ml)	DBO (mg/l)	Coliformes Fecais (org/ml)	DBO (mg/l)	Coliformes Fecais (org/ml)	DBO (mg/l)	Coliformes Fecais (org/ml)	DBO (mg/l)	Coliformes Fecais (org/ml)
2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2022	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
2023	7.7559392	1403.8528	7.7559392	305.78972	5.00	463.31775	2.50	4633.1775	2.50	9266.355	7.51	9266.355	2.50	463.31775
2024	15.511568	2807.6493	15.511568	611.56718	10.01	926.61695	5.00	9266.1695	5.00	18532.339	15.01	18532.339	5.00	926.61695
2025	23.26761	4211.5208	23.26761	917.36096	15.01	1389.9408	7.51	13899.408	7.51	27798.817	22.52	27798.817	7.51	1389.9408
2026	31.023549	5615.3736	31.023549	1223.1507	20.02	1853.2586	10.01	18532.586	10.01	37065.173	30.02	37065.173	10.01	1853.2586
2027	40.330354	7299.9386	40.330354	1590.0856	26.02	2409.2207	13.01	24092.207	13.01	48184.413	39.03	48184.413	13.01	2409.2207
2028	49.636583	8984.3995	49.636583	1956.9979	32.02	2965.1483	16.01	29651.483	16.01	59302.967	48.04	59302.967	16.01	2965.1483
2029	58.944456	10669.158	58.944456	2323.975	38.03	3521.1742	19.01	35211.742	19.01	70423.483	57.04	70423.483	19.01	3521.1742
2030	68.252151	12353.884	68.252151	2690.945	44.03	4077.1894	22.02	40771.894	22.02	81543.788	66.05	81543.788	22.02	4077.1894
2031	79.110186	14319.227	79.110186	3119.0396	51.04	4725.8176	25.52	47258.176	25.52	94516.351	76.56	94516.351	25.52	4725.8176
2032	89.966884	16284.329	89.966884	3547.0815	58.04	5374.3658	29.02	53743.658	29.02	107487.32	87.06	107487.32	29.02	5374.3658
2033	100.82595	18249.858	100.82595	3975.2166	65.05	6023.0555	32.52	60230.555	32.52	120461.11	97.57	120461.11	32.52	6023.0555
2034	111.68351	20215.116	111.68351	4403.2925	72.05	6671.6553	36.03	66716.553	36.03	133433.11	108.08	133433.11	36.03	6671.6553
2035	122.53897	22179.993	122.53897	4831.2855	79.06	7320.1296	39.53	73201.296	39.53	146402.59	118.59	146402.59	39.53	7320.1296
2036	133.3975	24145.426	133.3975	5259.3996	86.06	7968.7873	43.03	79687.873	43.03	159375.75	129.09	159375.75	43.03	7968.7873
2037	144.26006	26111.589	144.26006	5687.6728	93.07	8617.686	46.54	86176.86	46.54	172353.72	139.61	172353.72	46.54	8617.686
2038	155.11393	28076.178	155.11393	6115.6031	100.07	9266.0653	50.04	92660.653	50.04	185321.31	150.11	185321.31	50.04	9266.0653

Fonte: Comitê executivo PMSB de Nísia Floresta 2019.



Pela análise da Tabela 61 e Tabela 62, verifica-se que a carga de DBO e coliformes totais para início de plano é de 539.600kg/dia e $9,99 \times 10^{15}$ de organismo/dia, respectivamente, e para final de plano é 485.124kg DBO/dia e $8,98 \times 10^{15}$ de organismo/dia de coliformes fecais sem tratamento. As concentrações de DBO e coliformes fecais sem tratamento para início de plano é de 500,38mg/l e 926620,42 organismo/ml, respectivamente, e para final de plano 500,37 mg/l e 926606,53 organismo/ml.

Constata-se que os sistemas de tratamento com melhor eficiência para remoção de DBO são Lodo Ativado, Reator Biológico e o UASB seguindo de Lagoa, uma vez que eles apresentaram igualmente as menores concentrações de DBO no esgoto tratado. Porém vale ressaltar que estes sistemas necessitam de maiores investimentos para implantação e operação.

Mesmo não sendo tão eficiente quanto as soluções supracitadas, a configuração de lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa ou lagoa facultativa seguida de duas lagoas de maturação, também apresenta considerável remoção de DBO (mantendo-se no cálculo sempre abaixo do limite estabelecido na Resolução CONAMA 430/2011 – 120 mg/L), possuindo menor custo de implantação e operação mais simplificada. Além disso, esses tipos de tratamento possui uma eficiência na remoção de coliformes fecais igual ou superior a alternativa de UASB seguindo de Lagoa.

Porém, o custo da solução e a eficiência devem ser equilibrados a disponibilidade de área local, pois soluções de lagoas geralmente requerem uma maior área. Segundo a CAERN (2011), durante o estudo do projeto de instalação de rede de esgoto na sede de Canguaretama, a CAERN por meio de empresa contratada, adotou a solução de lagoa facultativa e uma lagoa de maturação. Entretanto, devido a um problema de falta de área, foi encomendada uma nova proposta de tratamento, substituir as lagoas de estabilização por reator UASB seguidos de filtros aerados e decantação. Cabe destacar, que esse projeto não foi concluído.

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

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

A universalização da prestação do serviço de esgotamento sanitário pode ser garantida a partir da coleta e tratamento dos esgotos e disposição final do efluente e lodo gerados em



quantidade e qualidade satisfatórias para a população de todo o município, abrangendo tanto a área urbana quanto a rural, incluindo áreas especiais. Comumente observa-se que a realidade da zona urbana do município difere acentuadamente da zona rural e áreas especiais, assim é necessário que estudos distintos sejam realizados para o atendimento das necessidades identificadas no Diagnóstico técnico-Participativo.

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

- Eficiência do tratamento: se este será capaz de enquadrar o esgoto nos parâmetros de lançamento estabelecidos pelas Resoluções Conama nº 357/2005, 410/2009 e 430/2011;
- Área disponível para implantação da ETE: dependendo do sistema de tratamento escolhido há um requisito de área para implantação;
- Demanda de energia;
- Custos de implantação e operação dos sistemas;
- Quantidade de lodo gerado para um posterior tratamento;
- Facilidade operacional.

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

Além disso, no Estado do Rio Grande do Norte a escolha da área para implantação de uma ETE deve-se observar as distâncias mínimas previstas na Resolução CONEMA nº 02/2009, para estabelecimento das Faixas de Proteção e de Uso Restrito do Solo no entorno de ETE do tipo lagoas de estabilização, com vistas a minimizar a possibilidade de percepção de odores provenientes das mesmas nas áreas circunvizinhas, bem como controlar os impactos

das referidas ETE sobre o meio ambiente. Tais distâncias, que variam em função do porte da ETE são apresentadas na Tabela 63.

Tabela 63 - Faixas de uso do solo no entorno da ETE (Lagoas de estabilização)

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

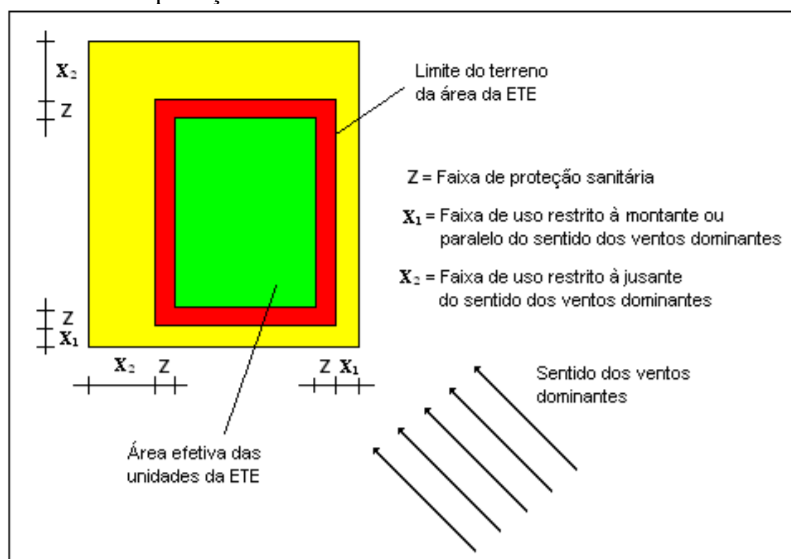
*Unidades da ETE: unidades do tratamento preliminar + leito de secagem + lagoas de estabilização.

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

Fonte: Rio Grande do Norte, 2009.

Para melhor entendimento da forma de delimitação das faixas supracitadas, apresenta-se na Figura 14 um esquema demonstrativo, extraído da Resolução CONEMA nº 02/2009.

Figura 14 - Faixa de proteção sanitária e Faixa de uso restrito no entorno da área da ETE.



Fonte: Rio Grande do Norte, 2009.

Com relação a faixa de uso registro, a referida resolução estabelece permissões e proibições de acordo com o tipo de atividade a ser desenvolvida, sendo essas definições expostas na Tabela 64.

Tabela 64 - Tipos de usos para a faixa de uso restrito.

Faixa de proteção sanitária no entorno das unidades da ETE, incorporada à área da mesma	Faixa de uso restrito no entorno da área da ETE



Uso interno para atividades de operação e manutenção das unidades da ETE. Fica proibida a ocupação com novas unidades de tratamento dentro da faixa de proteção	À montante ou paralelo do sentido dos ventos dominantes	À jusante do sentido dos ventos dominantes
	<ul style="list-style-type: none">• Usos permitidos:<ul style="list-style-type: none">✓ agricultura✓ pecuária✓ cemitério✓ lagoas de captação/infiltração de águas pluviais• Usos não permitidos<ul style="list-style-type: none">✓ residencial/comercial✓ hospitais/clínicas✓ colégios, hotéis/pousadas✓ igrejas <p>Obs.: Outras alternativas de uso o IDEMA analisará cada caso.</p>	

Fonte: Rio Grande do Norte, 2009.

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

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

Von Sperling (2014) apresenta uma comparação quantitativa em relação aos principais sistemas de tratamento de esgotos, expressos em valores *per capita* (Tabela 51).



Tabela 65 - Características típicas de diversos sistemas de tratamento de esgotos, expressos em valores per capita.

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

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2014)

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

A partir dos dados e informações coletados no diagnóstico, e ainda de acordo com os estudos realizados nos tópicos anteriores, recomenda-se as seguintes intervenções listadas na Tabela 66, para o município de Nísia Floresta.

Tabela 66 - 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. Estação de tratamento de esgoto funcionando de forma eficiente.	1. Projeto executivo da ETE 2. Construção da rede de coleta de esgoto e estação de tratamento. 3. Realizar o monitoramento da qualidade esgoto bruto e tratado; 4. Coibir o uso de fossas rudimentares;	1. Curto Prazo (até 2026) 2. Curto Prazo (até 2026) 3. Curto Prazo (até 2026) 4. Curto Prazo (até 2026)
Ligações de esgoto	2022– Implantação do sistema 2026 – 543 ligações 2030 – 1.171 ligações 2038 – 2.479 ligações	1. Realizar ligações na rede coletora até atingir a universalização; 2. Realizar e manter o cadastro técnico e comercial das ligações;	1. Longo Prazo (até 2038) 2. Curto prazo (até 2026)
Rede de coleta	2022 – Implantação do Sistema 2026 – 5,43 km de rede 2030 – 11.71 km de rede 2038 – 24,79 km de rede	1. Construir a rede coletora de esgoto até atingir 100% da zona urbana; 2. Realizar e manter o cadastro técnico e comercial da rede coletora; 3. Planejar e realizar manutenções regulares na rede coletora.	1. Longo Prazo (até 2038) 2. Curto prazo (até 2026) 3. Curto prazo (até 2026)
Poços de visita	-	1. Implantar poços de visita nas áreas em que houver construção de rede coletora; 2. Realizar e manter cadastro técnico e comercial dos poços de visita; 3. Planejar e realizar manutenções regulares nos poços de visita.	1. Longo Prazo (até 2038) 2. Curto prazo (até 2026) 3. Curto prazo (até 2026)
Estação elevatória de esgoto bruto	-	1. Realizar estudo para verificar a necessidade de implantação de uma estação elevatória de esgoto bruto para o SES	1. Curto prazo (até 2026)



		da sede.	
Estação elevatória de esgoto tratado	-	1. Realizar estudo para verificar a necessidade de implantação de uma estação elevatória de esgoto tratado para o SES da sede.	1. Curto prazo (até 2026)
Produção de esgoto tratado	1. Tratamento de esgoto eficiente	1. Realizar monitoramento da qualidade esgoto bruto e tratado; 2. Avaliar a eficiência do tratamento adotado; 3. Coibir o uso de fossas rudimentares.	1. Curto prazo (até 2026) 2. Curto prazo (até 2026) 3. Curto prazo (até 2026)

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

Nas áreas rurais de Nísia Floresta 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 67 mostra a eficiência do uso combinado entre o tanque séptico e demais tipos de tratamentos. A Tabela 68, 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 67 - 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 68 - 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 67 e Tabela 68, recomenda-se as seguintes intervenções listadas na Tabela 69, para a zona rural e áreas especiais do município de Nísia Floresta.

Tabela 69 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural e Áreas Especiais, em relação ao sistema de esgotamento sanitário.

Zona Rural e Áreas Especiais			
Componentes do Sistema de esgotamento sanitário	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Definição de alternativas de tratamento	<ol style="list-style-type: none"> Ausência de sistema de tratamento público de esgoto; Baixa existência de tratamentos individuais (fossa séptica); Elevada existência de fossas rudimentares; Precariedade nas estruturas sanitárias dos domicílios. 	<ol style="list-style-type: none"> Realizar estudo de viabilidade para implantação de soluções individuais e/ou coletivas nas comunidades rurais, considerando as particularidades de cada uma delas; Coibir o uso de fossas rudimentares; Participar de editais para obtenção de recursos financeiros para implantação de projeto de melhorias sanitárias; Oferecer auxílio técnico e financeiro para a instalação de fossas sépticas que atendam aos padrões das normas vigentes; Realizar estudo de viabilidade para construção de ETE para tratamento dos lodos de fossas sépticas. 	<ol style="list-style-type: none"> Curto Prazo (até 2026) Curto Prazo (até 2026) Imediato (até 2022) Imediato (até 2022) Curto Prazo (até 2026)
Produção de esgoto tratado	<p>2022 – 0 L/s 2026 – 17,57 L/s 2030 – 18,21 L/s 2038 – 19,93 L/s</p>	<ol style="list-style-type: none"> Aumentar a taxa de produção de esgoto tratado, com futura implantação de adequado sistema de tratamento individuais; 	<ol style="list-style-type: none"> Curto prazo (até 2026)
Disposição final	<ol style="list-style-type: none"> Disposição adequada de esgoto 	<ol style="list-style-type: none"> Ofertar limpeza/esgotamento periódico das fossas implantadas com caminhões limpa fossa, conforme demanda das comunidades; Promover ações de educação sanitária para sensibilizar a população quanto aos riscos dos despejos de irregulares de esgoto e o uso inadequado do SES. Elaborar projeto para implantação de sistemas simplificados de reúso de águas residuais no âmbito rural e áreas especiais. 	<ol style="list-style-type: none"> Curto Prazo (até 2026) Imediato (até 2022) Imediato (até 2022)

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



Destaca-se que na revisão do PMSB deve-se reavaliar as alternativas técnicas adotadas, uma vez que haverá maior disponibilidade de dados, o que 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 conseqüente desvalorização imobiliária que esta localidade venha a receber.

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

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



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

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

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

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

No município de Nísia Floresta, em virtude em virtude de topografia local, entende-se que a opção pelo tratamento a ser adotada para a zona urbana será o de forma Centralizada.

Conforme descrito no diagnóstico, o município de Nísia Floresta não possui rede de esgotamento sanitário. Apresentando assim, 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 exatamente o formato do sistema descentralizado. Além disso, 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 das áreas rural e especial, entende-se que o melhor sistema a ser adotado é o descentralizado, pois são tecnologias mais baratas e, dependendo da tecnologia de tratamento, pode-se fazer o reúso do efluente na agricultura. Dessa forma, na zona rural e áreas especiais do município de Nísia Floresta o sistema adotado será o descentralizado.

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

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

4.4.5 Previsão dos eventos de emergência e contingência

Os planos de ações de contingência e emergência tratam dos principais instrumentos de operação e manutenção dos sistemas de tratamento de esgotamento sanitário, ou seja, 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 70.

Tabela 70 - 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	<ol style="list-style-type: none">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. Incêndio4. 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. Greve9. Sabotagem10. Acidente ambiental11. Depredação
Extravasamento de esgotos em estações elevatórias	<ol style="list-style-type: none">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	<ol style="list-style-type: none">1. Desmoronamentos de taludes/paredes de canais;2. Erosões de fundo de vale;3. Rompimento de travessias.
Ocorrência de retorno de esgotos em imóveis	<ol style="list-style-type: none">1. Lançamento de águas pluviais em redes de coleta de esgoto;2. Obstruções em coletores de esgoto.
Acidente na operação e manutenção do sistema	<ol style="list-style-type: none">1. Vazamento de produtos químicos nas instalações do sistema2. Acidente de trabalho na operação e manutenção do sistema

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



4.5 INFRAESTRUTURA DE ÁGUAS PLUVIAIS

O processo de crescimento populacional merece atenção por parte dos gestores, principalmente quanto às questões que envolvem a ocupação de áreas possíveis de alagamento. Isso porque a urbanização desordenada de uma bacia hidrográfica pode acarretar, por exemplo, 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 largo 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 Nísia Floresta serão a elaboração e implantação de um projeto do sistema de drenagem pluvial que atenda toda área urbana do município. Este deve estar de acordo com o estudo de concepção a ser elaborado pela Prefeitura Municipal em curto prazo, observadas as considerações do Plano Municipal de Saneamento Básico, e a integralidade e universalização dos serviços, avaliando que o sistema de drenagem urbana deverá atender toda a população com eficiência, e reduzir o escoamento superficial.

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

4.5.1.1 Hietogramas de Chuvas Máximas

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

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

Em que:

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

C = Coeficiente de escoamento;

i = Intensidade da precipitação de projeto,

A = Área da bacia.

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



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

Para o estudo das intensidades de precipitação, foi necessário buscar modelos empíricos para a construção dos hietogramas, já que não há dados de intensidade de precipitação disponíveis. O modelo adotado foi desenvolvido com base nos coeficientes apresentados por Tucci (1993), utilizando os dados de precipitação fornecidos pela EMPARN. Com a série histórica de dados de precipitação, foi retirada de cada ano a precipitação máxima diária. Os resultados obtidos estão representados na Tabela 71.

Tabela 71 - Precipitações máximas diárias anuais do município de Nísia Floresta.

Ano	Precipitação máxima diária (mm)	Ano	Precipitação máxima diária (mm)
1963	71,0	1987	85,0
1964	99,6	1988	63,5
1965	48,5	1989	39,3
1966	61,6	1990	46,6
1967	105,2	1991	51,1
1968	24,9	1992	122,0
1969	86,4	1993	90,2
1970	40,5	1994	129,0
1971	113,5	1995	95,0
1972	43,8	1996	136,0
1973	103,1	1997	144,0
1974	116,9	1998	154,0
1975	70,4	1999	117,0
1976	56,0	2000	135,0
1977	67,0	2001	89,0
1978	136,3	2002	172,0
1979	47,8	2003	105,0
1980	65,8	2004	101,0
1981	37,8	2005	125,3
1982	60,5	2006	102,3
1983	27,0	2007	119,3
1984	86,9	2008	140,6
1985	58,2	2009	77,3
1986	107,8	2010	65,6
Média		Desvio-padrão	
88,4 mm		36,5 mm	

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

Os dados de precipitação máxima diária anual do município de Nísia Floresta 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 72.

Tabela 72 - 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 Nísia Floresta estão detalhados na Tabela 73.

Tabela 73 - 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	172,00	0,020	49,000
2	154,00	0,041	24,500
3	144,00	0,061	16,333
4	140,60	0,082	12,250
5	136,28	0,102	9,800
6	136,00	0,122	8,167
7	135,00	0,143	7,000
8	129,00	0,163	6,125
9	125,30	0,184	5,444
10	122,00	0,204	4,900
11	119,30	0,224	4,455
12	117,00	0,245	4,083
13	116,88	0,265	3,769
14	113,54	0,286	3,500



Ordem "m"	Precipitação máxima diária anual em ordem decrescente (mm)	Probabilidade acumulada $P=m/(n+1)$	Período de retorno $T=1/p$ (anos)
15	107,83	0,306	3,267
16	105,22	0,327	3,063
17	105,00	0,347	2,882
18	103,07	0,367	2,722
19	102,30	0,388	2,579
20	101,00	0,408	2,450
21	99,65	0,429	2,333
22	95,00	0,449	2,227
23	90,20	0,469	2,130
24	89,00	0,490	2,042
25	86,94	0,510	1,960
26	86,44	0,531	1,885
27	85,04	0,551	1,815
28	77,30	0,571	1,750
29	71,02	0,592	1,690
30	70,42	0,612	1,633
31	67,03	0,633	1,581
32	65,83	0,653	1,531
33	65,60	0,673	1,485
34	63,52	0,694	1,441
35	61,65	0,714	1,400
36	60,55	0,735	1,361
37	58,20	0,755	1,324
38	55,95	0,776	1,289
39	51,14	0,796	1,256
40	48,52	0,816	1,225
41	47,84	0,837	1,195
42	46,60	0,857	1,167
43	43,85	0,878	1,140
44	40,49	0,898	1,114
45	39,31	0,918	1,089
46	37,83	0,939	1,065
47	27,04	0,959	1,043
48	24,86	0,980	1,021

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

Visando a análise de precipitações máximas e tempo de retorno correspondente aos valores da Tabela 73, 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 74.

Tabela 74 - Cálculo das precipitações máximas diárias através da distribuição de Gumbel.

Variáveis	Valores obtidos usando a distribuição de Gumbel							
β	28,46	28,46	28,46	28,46	28,46	28,46	28,46	28,46
α	71,96	71,96	71,96	71,96	71,96	71,96	71,96	71,96
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	82,39	114,64	136,00	148,05	156,49	162,99	183,00	202,87

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019..

Até o momento os dados de precipitação utilizados são dados diários, sendo que para a construção dos hietogramas se faz necessário dados de precipitação de curta e longa duração, 60 minutos e 24 horas, respectivamente. Para isto foi adotado o método das relações de durações descrito por Tucci (1993), onde valores diários de precipitação podem ser estimados em intervalos de tempo menores através da adoção de coeficientes (Tabela 75).

Tabela 75 - Relações entre durações.

Relação	Coefficiente
5min/30min	0,34
10min/30min	0,54
15min/30min	0,7
20min/30min	0,81
25min/30min	0,91
30min/1h	0,74
1h/24h	0,42



Relação	Coefficiente
6h/24h	0,72
8h/24h	0,78
10h/24h	0,82
12h/24h	0,85
24h/1dia	1,14

Fonte: TUCCI (1993).

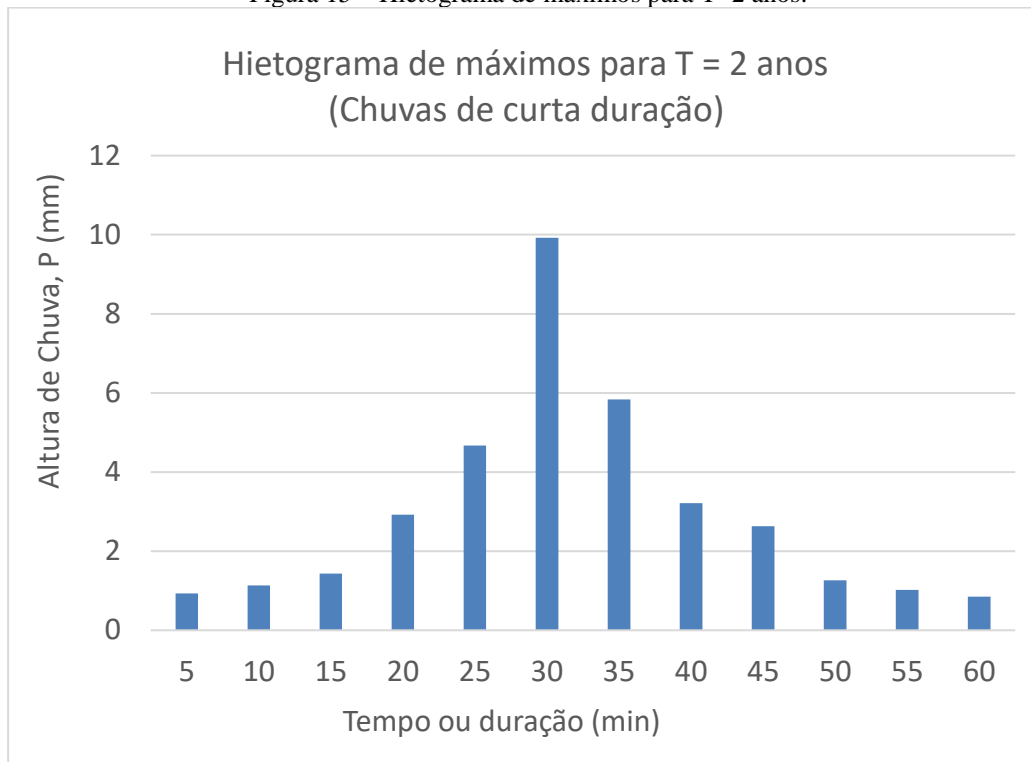
Os coeficientes utilizados apresentam certa limitação, uma vez que para a construção do hietograma é necessário o valor da precipitação de 5 a 60 minutos, com intervalos de 5 minutos para as chuvas de curta duração. Enquanto que para as chuvas de longa duração, é necessário que se tenha dados de precipitação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

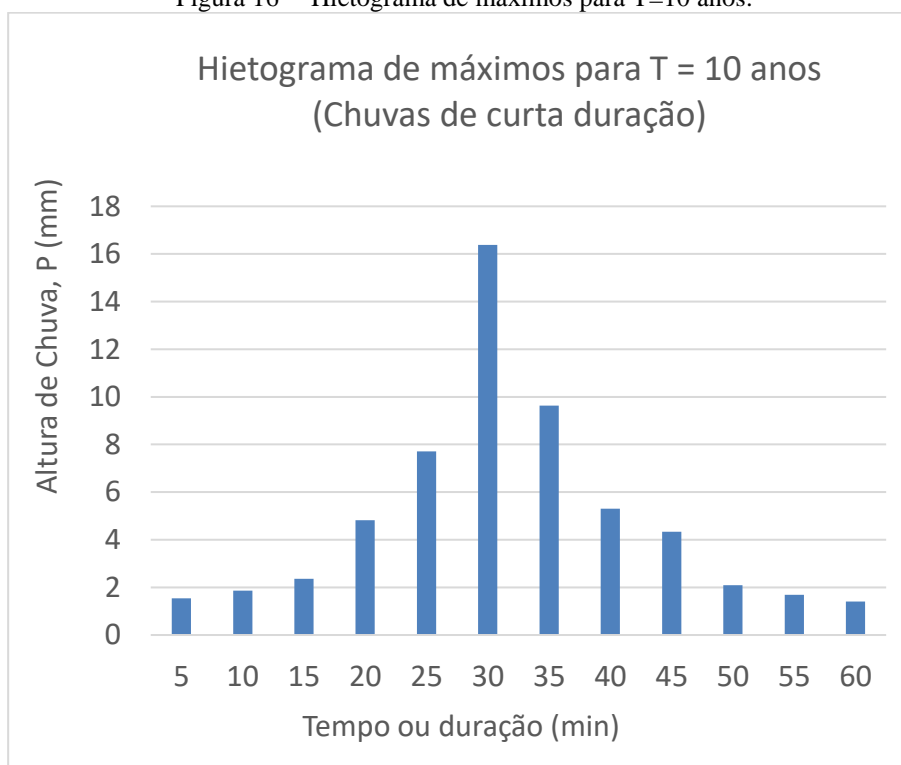
A Figura 15, Figura 16 e Figura 17, apresentam os hietogramas críticos para projetos e estudos hidrológicos para as durações de até 60 minutos para os tempos de retorno de 2, 10 e 25 anos. A chuva máxima dos 60 minutos contempla todas as chuvas máximas inferiores a 60 minutos.

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



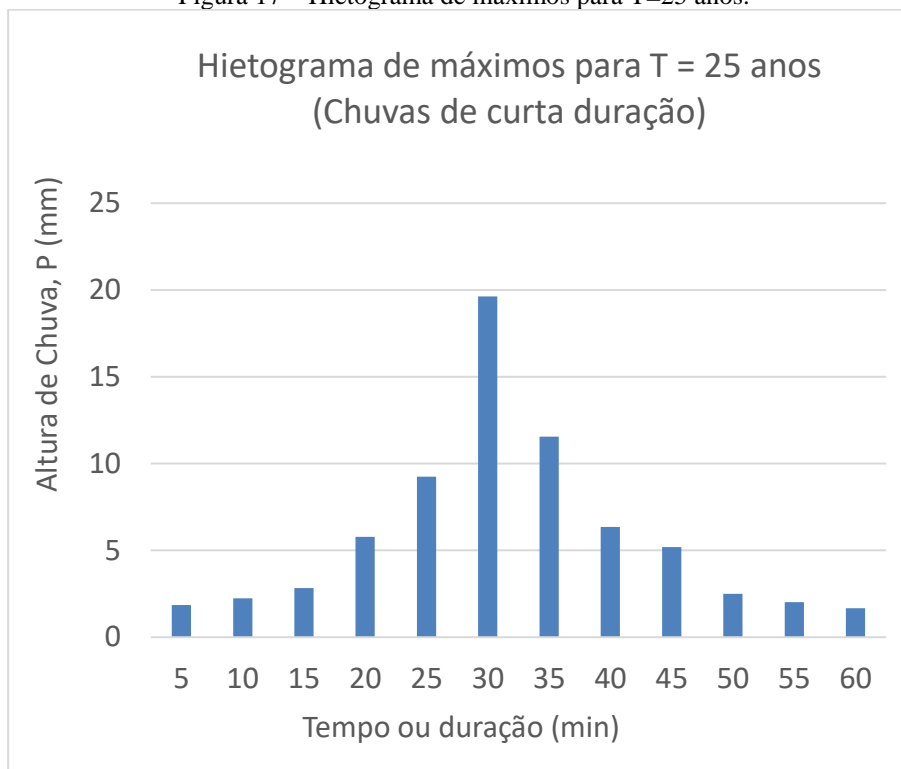
Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2019.

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



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2019.

Figura 17 – Hietograma de máximos para T=25 anos.

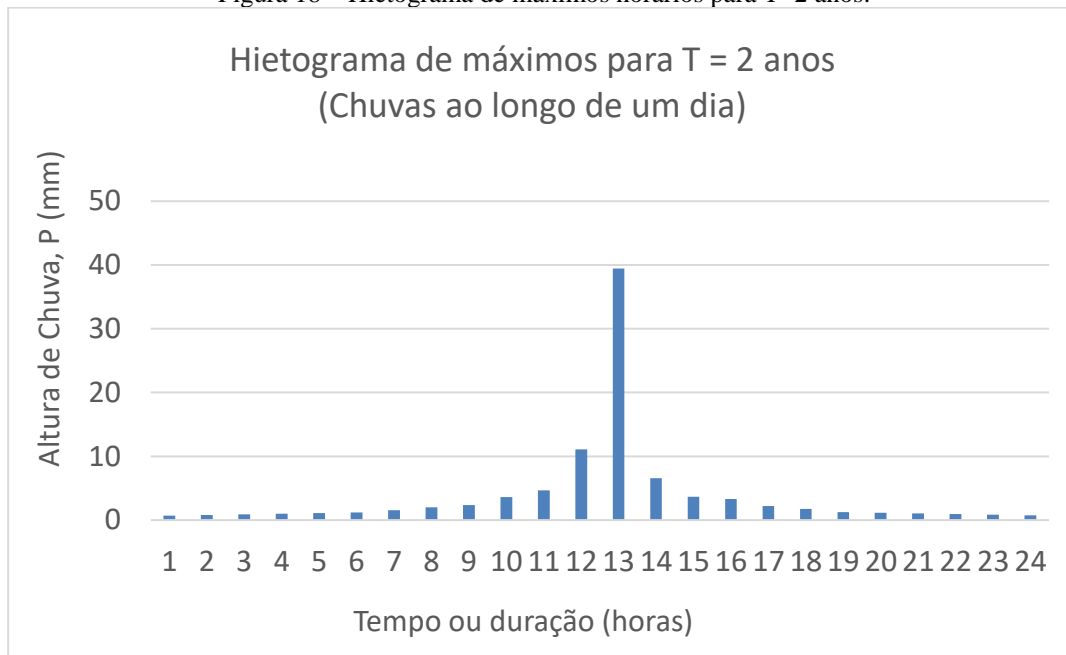


Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2019.

4.5.1.3 Chuvas críticas horárias ao longo de um dia (macro drenagem)

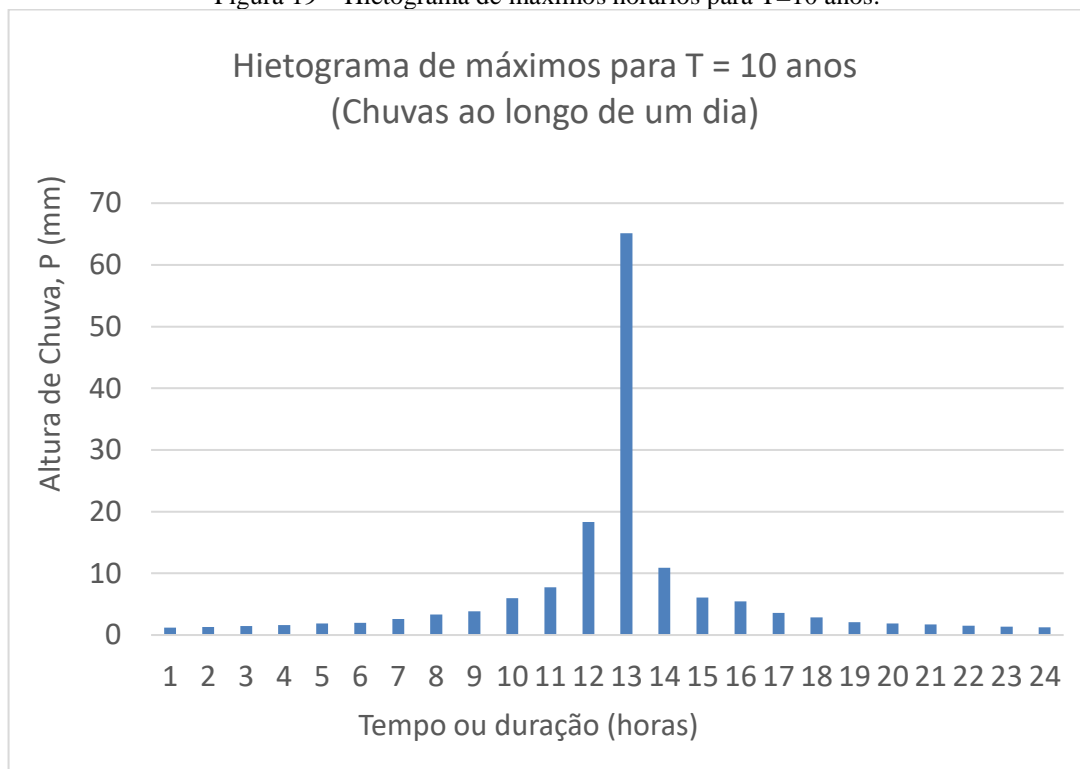
A Figura 18, Figura 19 e Figura 20 apresentam os hietogramas críticos para projetos e estudos hidrológicos para as durações de até 24 horas para os tempos de retorno de 2, 10 e 25 anos. A chuva máxima de 24 horas contempla todas as chuvas máximas inferiores a 24 horas.

Figura 18 – Hietograma de máximos horários para T=2 anos.



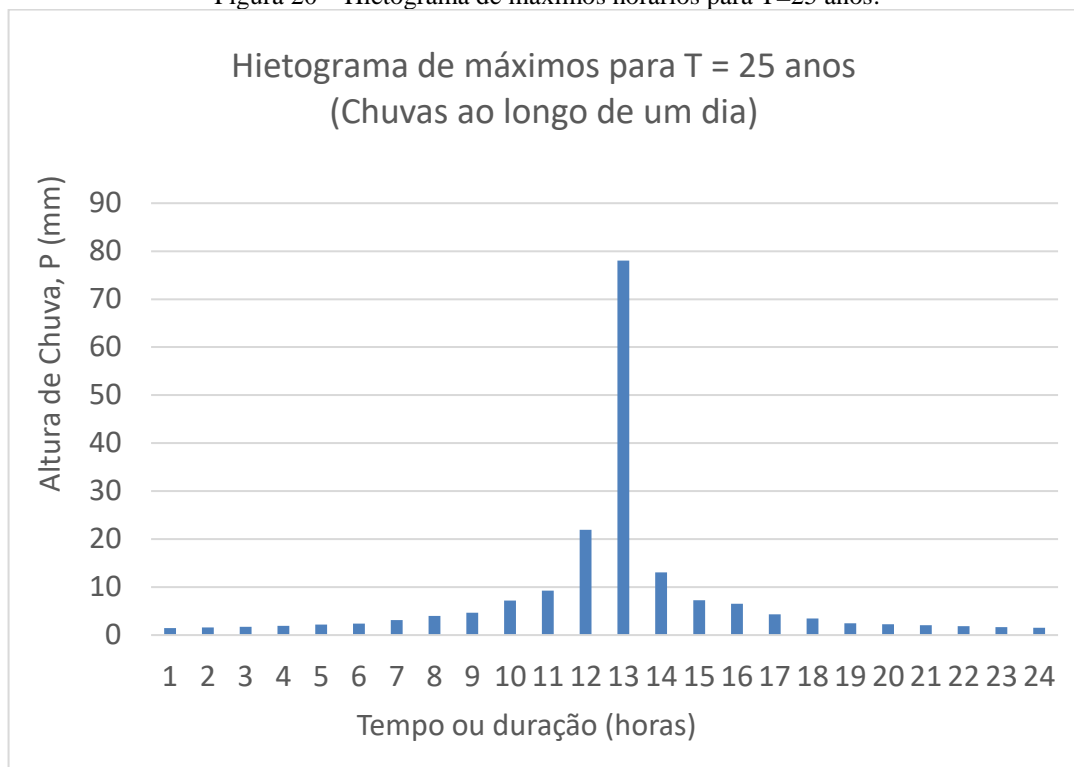
Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2019.

Figura 19 – Hietograma de máximos horários para T=10 anos.



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2019.

Figura 20 – Hietograma de máximos horários para T=25 anos.



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2019.

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 Nísia Floresta apresenta alguns problemas que dificultam o atendimento da demanda atual pelo serviço, tais como:

- Existência de diversos pontos de alagamento na área territorial do município;
- Ausência de arcabouço legal de âmbito municipal para nortear a prestação dos serviços;
- Inexiste regulação para a prestação dos serviços de drenagem urbana e a fiscalização é voltada apenas para a verificação da finalização e da qualidade dos serviços realizados no município;
- Ausência de cadastro dos elementos de microdrenagem pela Secretaria responsável pela manutenção dos mesmos;
- Ações de manutenção e conservação do sistema são executadas de forma pontual, sem planejamento prévio;



- Lançamento de esgoto nos elementos de drenagem;
- Áreas que não são dotadas de pavimentação nas vias, dificultando as condições de trafegabilidade de pessoas e veículos em períodos de chuva, além de prejudicar a saúde pública pela emissão de material particulado e facilitar a proliferação de doenças de veiculação hídrica;
- Ausência de implementação de medidas não estruturais;
- Existência de áreas de risco relevantes para o manejo de águas pluviais, sendo pontos sem infraestrutura de drenagem, áreas sujeitas a inundações, proliferação de vetores, entre outros.

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 Nísia Floresta.

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 Nísia Floresta, 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'água;
- 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 nº12.651/2012) 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'água

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, à drenagem, à saúde pública e ao meio ambiente.

Os resíduos que não são gerenciados e destinados de forma adequada tendem a ser carregados 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 má 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 detenção 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 detenção);
- 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 detenção:

As bacias de detenção são projetadas para reter parte do volume escoado na bacia a montante, permitindo amortecer a vazão máxima escoada em decorrência da chuva na bacia. O objetivo é impedir a inundação de áreas situadas à jusante. Esses sistemas são concebidos para funcionar “em série” com a rede de drenagem, esvaziando-se completamente entre eventos. Devido ao tempo de detenção curto desses sistemas, eles não são eficientes na remoção de matéria sólida ou substâncias poluentes; são estruturas de amortecimento da vazão máxima lançada no corpo receptor, atenuando os efeitos da inundação e protegendo a rede de drenagem à jusante. Normalmente, são projetados para esvaziar completamente em menos de 24 horas. A detenção do escoamento reduz o potencial erosivo na bacia e atua como prevenção dos impactos sobre a vida aquática no corpo receptor (RIGHETTO et al., 2009).

Trincheira de infiltração e detenção

As trincheiras de infiltração constituem outra solução de controle na fonte e tem como princípio de funcionamento o armazenamento da água por tempo suficiente para promover sua infiltração no solo (AGRA, 2001).



Estes dispositivos são lineares, ou seja, possuem comprimento superior em relação à largura e profundidade, e funcionam como um reservatório de amortecimento de cheias, possuindo um desempenho melhorado devido ao favorecimento da infiltração e consequente redução dos volumes escoados e das vazões máximas de enchentes (SUDERHSA, 2000).

As trincheiras geralmente são valas compostas por material granular (seixo, brita ou outro), com um tubo drenante instalado no fundo da vala, de baixa declividade e com impermeabilização no fundo através de uma membrana geotêxtil.

Algumas dificuldades se apresentam quanto à utilização desta tecnologia, indo desde o desconhecimento dos processos hidrológicos envolvidos até aspectos de planejamento e estratégia de implantação, como, por exemplo, lacuna de estudos referentes à implantação, operação e manutenção que possibilitem a avaliação do interesse econômico (BAPTISTA et al., 1998).

Valas, valetas e planos de detenção e infiltração

As valas e valetas de infiltração são simples depressões escavadas no solo com o objetivo de recolher a água do escoamento superficial e promover o armazenamento temporário juntamente com a infiltração de parte dessa água. O que diferencia uma vala ou valeta de planos é a dimensão dessas estruturas.

As valas ou valetas possuem dimensões longitudinais significativamente maiores que suas dimensões transversais. Os planos de detenção e infiltração, por sua vez, não possuem dimensões longitudinais muito maiores do que as transversais e as profundidades são reduzidas (BAPTISTA et al., 2005). No entanto, o objetivo destas soluções é o mesmo: reter e infiltrar parte da água de escoamento.

Pavimento permeável

A superfície de um pavimento permeável facilita a infiltração do deflúvio na camada inferior do pavimento, que funciona como uma espécie de reservatório. Atualmente existem várias possibilidades para implantação de pavimentos permeáveis, que podem ser agrupados em: concretos permeáveis, blocos intertravados ou ecoblocos (com grama).

Nesse sistema, os blocos são assentados numa camada de areia e os espaços vazios preenchidos com material granular ou grama. Em geral, são projetados para suportar cargas dinâmicas de veículos leves em áreas de estacionamentos. Constitui uma



boa alternativa não convencional para redução do efeito da impermeabilização sobre a drenagem, atuando como um reservatório. Além disso, a utilização do pavimento permeável pode resultar em menores custos e um sistema de drenagem mais eficiente (CRUZ et al., 1999).

No entanto, o pavimento permeável exige manutenção periódica para a retirada do sedimento fino retido na superfície (espaços entre os blocos), que dificulta ou prejudica a infiltração. A limpeza e a retirada desse material podem ser feitas por jateamento ou varredura a vácuo.

A Tabela 76 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 76 – Principais características das medidas de controle de escoamento na fonte.

Tipo	Característica	Variantes	Função	Efeito
Reservatórios de detenção	Reservatório que ocupa o espaço disponível no lote.	Reservatório tradicional, volume disponível com limitação de drenagem.	Retenção do volume temporário.	Amortecimento do escoamento superficial.
Trincheira de infiltração	Reservatório linear escavado no solo, preenchido com material poroso.	Com ou sem drenagem e infiltração no solo.	Armazenamento no solo e infiltração, drenagem eventual.	Redução do escoamento superficial, amortecimento, melhoria da qualidade da água.
Vala de infiltração	Depressões lineares em terreno permeável.	Gramadas e com proteção à erosão com pedras ou seixos.	Redução da velocidade e infiltração.	Retardo do escoamento superficial, infiltração e melhoria da qualidade da água.
Plano de infiltração	Faixas de terreno com grama ou cascalho com capacidade de infiltração.	Com ou sem drenagem, gramado ou com seixos.	Infiltração e armazenamento temporário.	Infiltração, melhoria da qualidade da água.
Poços de Infiltração	Reservatório cilíndrico escavado no solo, preenchido ou não com material poroso.	Poço de infiltração ou de injeção; alimentação direta ou com tubo coletor; com ou sem enchimento.	Infiltração e armazenamento temporário.	Redução do escoamento superficial, amortecimento, possível piora da qualidade da água subterrânea.
Pavimento permeável	Base porosa e reservatório.	Concreto, asfalto poroso, blocos vazados.	Armazenamento temporário no solo e infiltração.	Redução do escoamento superficial, amortecimento, melhoria da qualidade da água.

Fonte: TUCCI e BERTONI, 2003.



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

- Educação e treinamento como forma de conscientizar a população para os problemas ambientais, e sua relação com a água;
- Planejamento para utilização de bacias de retenção nas áreas em que as condições topográficas não favorecem o escoamento das águas por gravidade até a rede de macrodrenagem, propiciando a ocorrência de alagamentos;
- Implantação de valas de infiltração para retardo do escoamento superficial, infiltração e melhoria da qualidade da água;
- Implantação de pátios e estacionamentos permeáveis;
- Planejamento para utilização e manutenção adequada de pavimento permeável, juntamente com implantação de calçadas e sarjetas permeáveis nos locais onde não há pavimentação e onde está havendo ocupação em novos lotes.

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 ocultadas sob a pavimentação das ruas. Assim, durante os períodos de intensa precipitação, as canalizações não conseguem dar vazão suficiente ao escoamento, acarretando alagamentos e enchentes. Outra situação recorrente em relação às áreas de fundo de vale é a supressão da vegetação, favorecendo a formação de processos erosivos e o assoreamento de algumas seções dos corpos hídricos.

Nessa perspectiva, as diretrizes para tratamento destas áreas incluem o isolamento da área com medidas de reflorestamento, a implantação de parques lineares, bem como a limpeza e manutenção regulares. A seguir apresenta-se uma breve descrição dessas medidas de tratamento.



Reflorestamento

O reflorestamento é indicado para a maioria das áreas marginais aos cursos d'água, como forma de recuperação da mata ciliar e contenção do processo erosivo. Isso porque a presença da vegetação promove maior infiltração das águas da chuva e protege as margens dos canais e a camada superficial do solo da erosão associada ao escoamento concentrado e ao efeito *splash* (desprendimento de partículas do solo, em virtude do impacto das gotículas de chuva com o solo), além de manter o equilíbrio ecológico.

Deve-se estudar a metodologia de reflorestamento mais adequada à área, prevendo as condições do solo, o grau de desmatamento e a vegetação nativa. A área deve ser mantida isolada, impedindo a entrada de possíveis agentes degradadores.

Parques Lineares

Parques lineares são intervenções urbanísticas que criam ou recuperam áreas verdes associadas à rede hídrica, utilizados como instrumentos estruturadores de programas ambientais em áreas urbanas para o planejamento e gestão de áreas degradadas.

Há exemplos de criação de parques lineares urbanos, ao longo dos corpos hídricos, juntos as áreas urbanas consolidadas, situações as quais, quando bem planejadas e devidamente licenciadas pelos órgãos competentes, mostram-se como boas alternativas conservacionistas, as quais, também, proporcionam atividades recreativas.

Os parques lineares podem ser constituídos de áreas de praças, campos de futebol, ciclovias, caminhos para pedestres, arborização paisagística, entre outros exemplos.

Limpeza e Manutenção

Devido à disposição e gerenciamentos dos resíduos urbanos de forma inadequada, durante chuvas de grande magnitude, as áreas de fundo de vale recebem diversas espécies de resíduos e sedimentos, provenientes do escoamento superficial e das tubulações da rede drenagem. Além disso, as áreas de fundo de vale são geralmente locais onde há disposição irregular de resíduos urbanos.

A manutenção dos fundos de vale, principalmente após os períodos de precipitações, é de grande importância na preservação de tais localidades, procurando manter as características naturais de escoamento das águas. Uma equipe de funcionários



deve verificar a necessidade e a urgência de cada fundo de vale e efetuar a limpeza dos resíduos e sedimentos que são carregados pelo escoamento e ficam depositados, provocando mau cheiro, proliferação de vetores e alagamentos.

Ainda podem ser listadas como medidas para tratamento de fundo de vale:

- Remoção e reassentamento de famílias que moram em áreas ribeirinhas irregularmente e desapropriação de áreas e imóveis particulares em áreas sujeitas à inundação;
- Recuperação e revitalização de áreas ribeiras e das matas ciliares ao longo de cursos d'água naturais;
- Na impossibilidade da recuperação das matas ciliares, adotar adequados materiais de revestimento e estabilização de leito e margens, reduzindo os processos erosivos de modo a influenciar o mínimo possível no regime hidráulico e hidrológico original;
- Identificação de áreas de restrição de ocupação em fundos de vale, com vistas à proteção de ecossistemas e redução dos riscos causados por inundações;
- Desenvolvimento de instrumentos legais para regulamentação de soluções em drenagem pluvial.

Dessa forma, para o município de Nísia Floresta, 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;
- Implantar programa de limpeza e manutenção regulares das áreas de fundo de vale, 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 77, para a zona urbana e da Tabela 78 para a zona rural e áreas especiais do município de Nísia Floresta.

Tabela 77 - 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. 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 dos moradores e imóveis particulares existentes nas áreas de riscos; 4. Implantar programas de acompanhamento psicossocial da população realocada.	1. Imediato (até 2022) 2. Imediato (até 2022) 3. Curto prazo (até 2026) 4. Médio prazo (até 2030)
Infraestrutura existente	1. Cadastro atualizado da infraestrutura de drenagem;	1. Realizar cadastro detalhado da infraestrutura de drenagem do município;	1. Imediato (até 2022)



	<p>2. Elementos da drenagem adequados e suficientes, para o atendimento das vias públicas;</p> <p>3. Manutenção regular do sistema de drenagem existente.</p>	<p>2. Avaliar a eficiência dos elementos da microdrenagem;</p> <p>3. Ampliar o sistema e serviços de drenagem existentes;</p> <p>4. Planejar e realizar a limpeza e manutenção do sistema de drenagem.</p>	<p>2. Imediato (até 2022)</p> <p>3. Curto prazo (até 2026)</p> <p>4. Imediato (até 2022)</p>
Pavimentação	<p>1. 100% das ruas pavimentadas na Zona Urbana.</p>	<p>1. Implementar pavimentação permeável nas ruas sem pavimento</p>	<p>1. Curto prazo (até 2026)</p>
Medidas de controle para o assoreamento de cursos d'água e de bacias de detenção	<p>1. Controle de assoreamento de cursos d'água e de bacias de detenção.</p>	<p>1. Planejar a recuperação e revitalização de áreas ribeiras e das matas ciliares ao longo de cursos d'água naturais;</p> <p>2. Implantar parques lineares ao longo dos corpos hídricos;</p> <p>3. Implantar planos de infiltração em pontos estratégicos do município.</p>	<p>1. Curto prazo (até 2026)</p> <p>2. Longo Prazo (até 2038)</p> <p>3. Curto prazo (até 2026)</p>
Medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos sólidos no corpo d'água	<p>1. Ausência de resíduos nas vias públicas e nos corpos d'água</p>	<p>1. Implantação das ações previstas no Plano Intermunicipal de Resíduos Sólidos da Região Agreste.</p>	<p>1. Curto prazo (até 2026)</p>
Diretrizes de controle do escoamento na fonte	<p>1. Implantação de diretrizes de controle de escoamento na fonte.</p>	<p>1. Aprovação de instrumentos legais que estabeleçam diretrizes de controle de escoamento na fonte;</p> <p>2. Estabelecer padrões para criação de áreas de infiltrações nos terrenos públicos e privados;</p> <p>3. Estabelecer critérios para implantação de medidas de controle que assegurem as condições de qualidade da água.</p>	<p>1. Imediato (até 2022)</p> <p>2. Imediato (até 2022)</p> <p>3. Imediato (até 2022)</p>
Diretrizes para o tratamento de fundos de vale	<p>1. Implantação de diretrizes para o tratamento de fundos de vale</p>	<p>1. Aprovação de instrumentos legais que estabeleçam diretrizes de para o tratamento de fundos de vale;</p> <p>2. Realizar mapeamento e caracterização das áreas de restrição de ocupação em fundos de vale;</p> <p>3. Realizar a limpeza e manutenção dos fundos de vale regularmente de forma planejada.</p>	<p>1. Imediato (até 2022)</p> <p>2. Imediato (até 2022)</p> <p>3. Curto prazo (até 2026)</p>



Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

Tabela 78 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda observada para a Zona Rural e Áreas Especiais, em relação à Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais.

Zona Rural e Áreas Especiais			
Componentes da Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Áreas de risco	1. 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 2022) 2. Imediato (até 2022)
Infraestrutura existente	1. Implantação de infraestrutura de drenagem que atenda as comunidades rurais em 100%	1. Realizar estudo para verificar a necessidade e viabilidade da implementação de elementos de drenagem nas comunidades rurais.	1. Imediato (até 2022)
Pavimentação	1. Implantação de pavimentação na área central das comunidades rurais, atentando para a drenagem local.	1. Implementar pavimentação permeável na área central das comunidade.	1. Curto prazo (até 2026)
Medidas de controle para o assoreamento de cursos d'água e de bacias de detenção	1. Implantação de medidas de controle de assoreamento de cursos d'água e de bacias de detenção	1. Planejar a recuperação das matas ciliares ao longo dos cursos d'água naturais.	1. Curto prazo (até 2025)
Medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos sólidos no corpo d'água	1. Eliminar o descarte de resíduos diretamente nos corpos d'água.	1. Realizar coleta de resíduos regularmente; 2. Promover ações de educação ambiental que estimulem a população a colaborar com a coleta e evitar a poluição dos corpos d'água.	1. Imediato (até 2022) 2. Imediato (até 2022)
Diretrizes de controle do escoamento na fonte	1. Implantação de diretrizes para o tratamento de fundos de vale.	1. Aprovação de instrumentos legais que estabeleçam diretrizes de para o tratamento de fundos de vale; 2. Realizar mapeamento e caracterização das áreas de restrição de ocupação em fundos de vale;	1. Imediato (até 2022) 2. Imediato (até 2022) 3. Imediato (até 2022)



		3. Realizar a limpeza e manutenção dos fundos de vale regularmente de forma planejada.	
Diretrizes para o tratamento de fundos de vale	1. Mapeamento pontos críticos com de risco de alagamento	1. Realizar o mapeamento e caracterização dos pontos críticos com risco de alagamento; 2. Implantar elementos de drenagem que facilite a infiltração da água no solo e/ou possibilite a travessia de forma segura nestes locais.	1. Imediato (até 2022) 2. Curto prazo (até 2026)

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 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 à população, além de riscos quanto à salubridade.

Nesse sentido, os principais eventos emergenciais e suas respectivas origens previstas com relação à drenagem urbana e manejo das águas das chuvas estão descritos na Tabela 79.

Tabela 79 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de drenagem de águas pluviais.

Evento	Origem Possível
Alagamentos localizados	<ol style="list-style-type: none">1. Boca de lobo e ramal assoreado e/ou entupido;2. Deficiência de escoamento da água pluvial na boca de lobo;3. Inexistência ou ineficiência de rede de drenagem urbana;4. Assoreamento do córrego;5. Ações de vandalismo.
Eventos de processos erosivos	<ol style="list-style-type: none">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	<ol style="list-style-type: none">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	<ol style="list-style-type: none">1. Destruição de moradias por inundações/alagamentos;2. População desabrigada.

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



4.6 INFRAESTRUTURA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Promulgadas as Leis nº 11.445/2007 (Política Nacional de Saneamento Básico – PNSB), e posteriormente a Lei 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS), ficou estabelecida a obrigatoriedade dos municípios planejarem a gestão integrada dos resíduos sólidos, considerando as diversas atividades da limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos, e de maneira integrada com os demais componentes do saneamento básico, buscando perseguir como principais objetivos a hierarquia de não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos (PNRS), e a universalização dos serviços (PNSB).

A PNRS define gerenciamento de resíduos sólidos como um conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Para estruturação do planejamento, é necessário realizar 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 Nísia Floresta, a partir dela é possível observar o percentual em peso por tipo de resíduos sólidos em relação ao total da amostra, dos quais 29% se refere a resíduos recicláveis, 31% a matéria orgânica, e, 14% a rejeitos.

A média de geração diária de resíduos sólidos urbanos diagnosticada para o município é de 21,25 t/dia. A geração per capita de resíduos sólidos urbanos do município é de 0,58



kg/hab.dia. É importante considerar também a média regional e estadual que são 0,80kg/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 Nísia Floresta 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 80 é apresentada projeção do cenário acima proposto para a geração e destinação final dos resíduos sólidos para o Município de Nísia Floresta. 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.



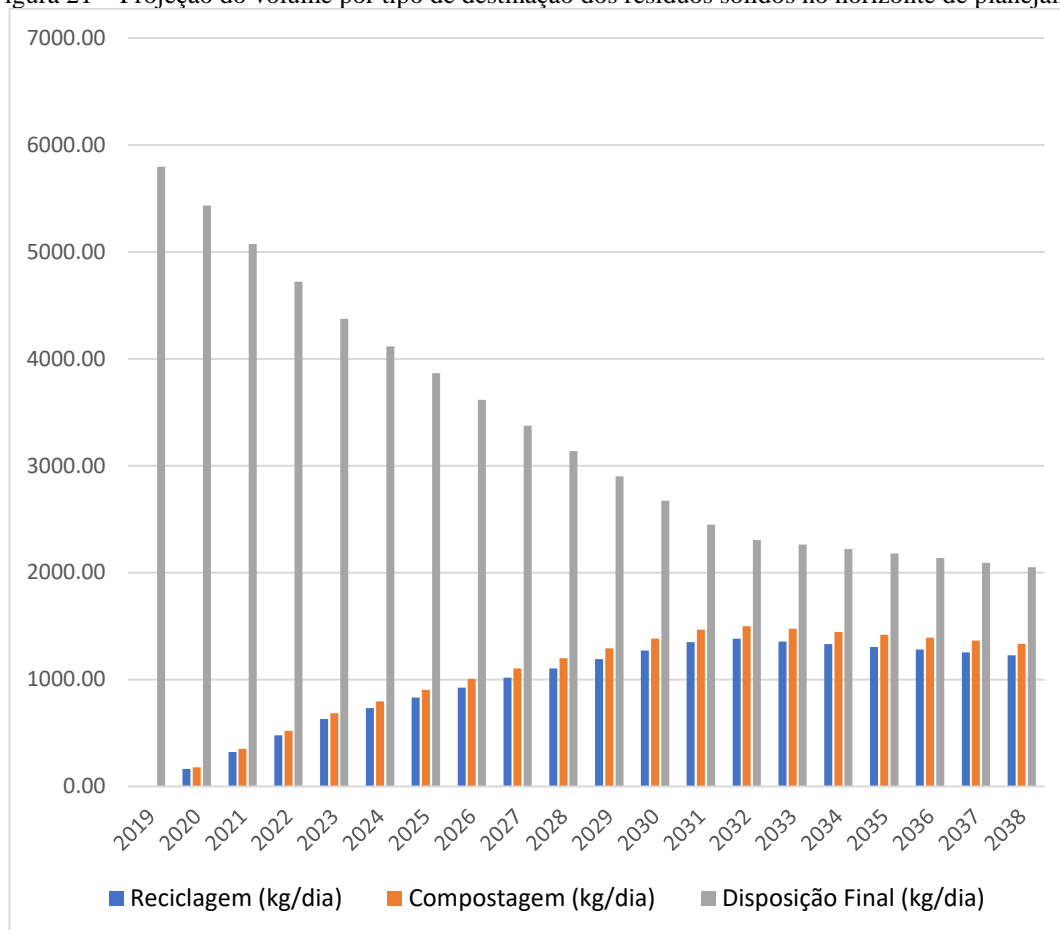
Tabela 80 – Projeção do cenário para a geração e destinação final dos resíduos sólidos para a Zona Urbana do Município Nísia Floresta.

ANO	POPULAÇÃO URBANA												
	Recicláveis	28,53%	Matéria Orgânica	31%	Índice de recuperação dos recicláveis	75%	Cobertura da Coleta		Destinação ambientalmente adequada				
	População (hab)	Geração						Convencional (%)	Seletiva (%)	Reciclagem (kg/dia)	Passíveis de recuperação para reciclagem	Compostagem (kg/dia)	Disposição Final (kg/dia)
Per capita (kg/hab.dia)		Total Diária (kg/dia)	Total Anual (ton/ano)	Recicláveis (kg/dia)	Matéria Orgânica (kg/dia)	Rejeito (kg/dia)							
2019	9993	0.58	5795.71	2115.43	1653.52	1796.67	2345.52	100%	0%	0.00	0.00	0.00	5795.71
2020	9983	0.57	5732.44	2092.34	1635.47	1777.06	2319.92	100%	10%	163.55	122.66	177.71	5432.08
2021	9970	0.57	5667.32	2068.57	1616.89	1756.87	2293.56	100%	20%	323.38	242.53	351.37	5073.41
2022	9951	0.56	5600.42	2044.15	1597.80	1736.13	2266.49	100%	30%	479.34	359.50	520.84	4720.08
2023	9929	0.56	5531.80	2019.11	1578.22	1714.86	2238.72	100%	40%	631.29	473.47	685.94	4372.39
2024	9902	0.55	5461.50	1993.45	1558.17	1693.06	2210.27	100%	47%	732.34	549.25	795.74	4116.51
2025	9870	0.55	5389.61	1967.21	1537.66	1670.78	2181.18	100%	54%	830.33	622.75	902.22	3864.64
2026	9834	0.54	5316.23	1940.42	1516.72	1648.03	2151.48	100%	61%	925.20	693.90	1005.30	3617.03
2027	9794	0.54	5241.42	1913.12	1495.38	1624.84	2121.20	100%	68%	1016.86	762.64	1104.89	3373.89
2028	9749	0.53	5165.23	1885.31	1473.64	1601.22	2090.37	100%	75%	1105.23	828.92	1200.92	3135.39
2029	9699	0.52	5087.76	1857.03	1451.54	1577.21	2059.02	100%	82%	1190.26	892.70	1293.31	2901.75
2030	9646	0.52	5009.10	1828.32	1429.10	1552.82	2027.18	100%	89%	1271.89	953.92	1382.01	2673.17
2031	9580	0.51	4925.31	1797.74	1405.19	1526.85	1993.27	100%	96%	1348.98	1011.74	1465.77	2447.80
2032	9510	0.51	4840.25	1766.69	1380.92	1500.48	1958.85	100%	100%	1380.92	1035.69	1500.48	2304.08
2033	9435	0.50	4753.92	1735.18	1356.29	1473.71	1923.91	100%	100%	1356.29	1017.22	1473.71	2262.98
2034	9355	0.50	4666.37	1703.22	1331.31	1446.57	1888.48	100%	100%	1331.31	998.49	1446.57	2221.31
2035	9269	0.49	4577.64	1670.84	1306.00	1419.07	1852.57	100%	100%	1306.00	979.50	1419.07	2179.07
2036	9179	0.49	4487.77	1638.03	1280.36	1391.21	1816.20	100%	100%	1280.36	960.27	1391.21	2136.29
2037	9084	0.48	4396.81	1604.83	1254.41	1363.01	1779.39	100%	100%	1254.41	940.81	1363.01	2092.99
2038	8984	0.48	4304.83	1571.26	1228.17	1334.50	1742.17	100%	100%	1228.17	921.13	1334.50	2049.21

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

Na Figura 21 pode-se melhor visualizar a evolução dos resultados das metas estabelecidas, no horizonte de planejamento, para o volume de resíduos sólidos gerados, por tipo de destinação.

Figura 21 – Projeção do volume por tipo de destinação dos resíduos sólidos no horizonte de planejamento.



Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

Para o sucesso no alcance das metas estabelecidas é imprescindível que sejam implantadas, em prazo imediato, meta de desenvolvimento de ações de educação sanitária e ambiental para a população, com vistas tanto à mudança de hábitos de consumo (reduzir o volume de resíduos gerados), quanto 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 e Áreas Especiais do município, na Tabela 81 apresenta-se a projeção de geração dos resíduos sólidos. Considerando-se que na projeção populacional foi observada tendência de regressão da população rural, utilizou-se a população de saturação



para realizar tal estudo. Adotou-se a estimativa que em localidades com menos de 20 mil habitantes há um potencial de gerar, em média, 0,44 kg de resíduos sólidos por pessoa ao dia.

Tabela 81 – Projeção do cenário para a geração de resíduos sólidos para a Zona Rural e Áreas Especiais do Município Nísia Floresta.

	Localidade	População (hab)	Geração		
			Per capita (kg/hab.dia)	Total Diária (kg/dia)	Total Anual (ton/ano)
AGLOMERADAS	Timbó	782	0,44	344,25	125,65
	Alcaçuz	1123	0,44	494,34	180,43
	Mazapas	1337	0,44	588,23	214,70
	Barra de Tabatinga	1126	0,44	495,30	180,78
	Barreta	600	0,44	264,10	96,39
	Bonfim	589	0,44	258,99	94,53
	Búzios	593	0,44	260,90	95,23
	Campo de Santana	647	0,44	284,53	103,85
	Genipapeiro	2425	0,44	1066,92	389,43
	Golandi	2445	0,44	1075,86	392,69
	Boagua	2763	0,44	1215,73	443,74
	Morrinhos	1592	0,44	700,63	255,73
	Oitizeiro	2037	0,44	896,07	327,07
	Pirangi do Sul	700	0,44	307,84	112,36
	Pium	412	0,44	181,07	66,09
DISPERSAS	Camurupim	833	0,44	366,60	133,81
	Hortigranjeira	689	0,44	303,05	110,61
	Currais	1843	0,44	810,81	295,94
	Lagoazul	1749	0,44	769,61	280,91

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.



Propõe-se para as localidades rurais que se localizam a mais de 5 km da sede do município, ou que tenham dificuldade de acesso de veículos de grande porte, que sejam instalados, em curto prazo, pontos estratégicos para a coleta dos resíduos secos produzidos nos distritos e assentamentos, e que a coleta seja semanal. Considerando as práticas comuns de utilização da matéria orgânica, para alimentar animais ou para adubação na zona rural e áreas especiais, se espera que a coleta se limite a resíduos secos (rejeitos e recicláveis). Para as comunidades mais próximas da Zona Urbana propõe-se que sejam inseridas na rota de coleta da sede, em prazo imediato.

Além da educação ambiental e sanitária, já planejada anteriormente, deverá no prazo imediato, ser implantada ação de sensibilização da população do meio rural e das áreas especiais, sobre a destinação das embalagens de agrotóxicos, de fertilizantes e de remédios veterinários, que deverá ser feita como rege a legislação vigente.

4.6.2 Metodologia para o cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos

A Lei nº 11.445, de 2007, apresenta como diretriz a obrigatoriedade de cobrança pelos serviços de saneamento básico, de modo a propiciar a manutenção da sustentabilidade operacional e financeira destes serviços. A PNRS corrobora com esse pressuposto, quando apresenta como um de seus objetivos, artigo 7, item X – regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e do manejo dos resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados.

É de responsabilidade do prestador de serviço municipal a coleta de resíduos sólidos domiciliares, de prestadores de serviços públicos de saneamento e atividades de pequenos comércios, bem como todo o manejo dos resíduos sólidos, que compreende desde a coleta destes resíduos, até seu transporte, tratamento e disposição final, assim como a coleta e destinação adequada dos resíduos da construção civil de pequenos geradores, do serviço de saúde pública, limpeza pública e serviços congêneres.

Para a cobrança pelos serviços prestados pelo município, referentes à limpeza pública e manejo de resíduos sólidos é possível se optar por uma das duas formas disponíveis: taxa ou tarifa. De forma resumida, a diferença entre elas, consiste em que a taxa é um tributo que tem como fato gerador a utilização, efetiva ou potencial, de



serviço público específico e divisível, prestado ao contribuinte ou posto à sua disposição. Enquanto a tarifa é um preço público unitário preestabelecido cobrado pela prestação de serviço de caráter individualizado e facultativo. A tarifa não tem natureza tributária, estando relacionada à quantidade do serviço efetivamente prestado (por exemplo: à massa ou ao volume de resíduos recolhidos) e à possibilidade de rescisão.

Usualmente é difícil 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 à Circulação de Mercadorias e sobre prestações de Serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação); ou recursos municipais arrecadados por meio de impostos (exemplo: IPTU) (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013).



O Ministério do Meio Ambiente (2013) recomenda que a cobrança da taxa de resíduos sólidos domiciliares poderá estar anexa a boletos de outros serviços, por exemplo conta de água, por meio de taxas mensais, bimensais, trimestrais, semestrais ou anuais, ou junto com o IPTU, recomenda ainda, adotar a cobrança pelos serviços de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos dos municípios de pequeno porte, da seguinte forma:

- a) taxas: coleta e destinação final para os domicílios e pequenos comércios que gerem resíduos que se caracterizam como domiciliares;
- b) preços públicos ou tarifas: para grandes geradores (exemplo: economias que geram acima de 2.500 litros ou 500 kg de resíduos por mês) ou geradores de resíduos industriais, comerciais, de serviços de saúde, da construção civil, agrossilvopastoris ou de mineração, que utilizam o serviço público de manejo de resíduos sólidos.

Conforme 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 Ambiental (2013), indica a seguinte metodologia para o Sistema de cálculo para taxa de resíduos sólidos urbanos:

Passo 1: levantamento de dados básicos do município:

- a) população: número de habitantes;
- b) economias: número de domicílios, terrenos vazios e estabelecimentos atendidos pelo serviço público; e
- c) geração de resíduos sólidos domésticos: massa por pessoa por dia.

Passo 2: definição do valor presente dos investimentos (obras e equipamentos) necessários no horizonte do Plano:



- a) coleta Convencional: veículos coletores, garagem etc;
- b) coleta Seletiva e tratamento: veículos, PEV Central etc;
- c) disposição Final: projetos, licenças, obras e equipamentos do Aterro Sanitário; e
- d) repasses não onerosos da União ou Estado.

Passo 3: definição dos Custos Operacionais mensais considerando a contratação direta ou indireta (concessão):

- a) coleta Convencional: combustíveis, mão-de-obra, EPIs etc;
- b) coleta Seletiva e tratamento: combustíveis, mão-de-obra, EPIs, materiais etc; e
- c) disposição Final: combustíveis, mão-de-obra, EPIs, energia elétrica, materiais, análises laboratoriais etc.

Passo 4: parâmetros para financiamento:

- a) porcentagem 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 82 – 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 Nísia Floresta

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 nº 12.305, NBR 9.190 e NBR 12.980):

- Realizar estudo para verificar se os setores e a frequência de coleta são adequados para garantir o equilíbrio entre a quantidade de resíduos coletados nos bairros com as distâncias das rotas percorridas pelos caminhões, melhorando o tempo/quilometragem da coleta.
- Definição dos setores de coleta e rotas a serem percorridas pelo caminhão, considerando a minimização de manobras e eliminação dos percursos mortos (sem coleta) desnecessários, reduzindo desta forma o tempo e quilometragens excessivas (a priorização do melhor percurso bem como da rota mais segura para a equipe de coleta, nem sempre implica no menor trajeto).
- Reavaliar os roteiros de coleta durante a fase de operação, no mínimo num intervalo de três meses, a fim de verificar e monitorar a adesão, praticabilidade e melhoria da eficiência.
- A definição oficial de roteiro deve ser feita após discussão entre a Prefeitura Municipal, a população e a empresa que executa o serviço.
- Dimensionar a frequência de coleta em cada setor, considerando a densidade populacional da área; tipos de recipientes (lixeiras) utilizados no acondicionamento dos sacos de lixo; mão-de-obra; condições e acessos existentes.
- 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.
- Deverá ser realizada a coleta de resíduos domésticos, estabelecimentos comerciais, públicos, prestação de serviços, institucionais, entulhos, terras e galhos de árvores, desde que embalados em recipientes de até 100 L.
- Após a implantação de sistema de coleta seletiva no município, os resíduos recicláveis deverão ser acondicionados adequadamente e de forma diferenciada.
- A execução da coleta deverá ser realizada porta a porta com frequência adequada, no período diurno e/ou noturno por todas as vias públicas oficiais à circulação ou que venham ser abertas, acessíveis ao veículo de coleta.



- Excluindo-se a possibilidade de acesso ao veículo coletor, a coleta deverá ser manual, nunca ultrapassando um percurso de 200 m além do último acesso.
- As execuções dos serviços de coleta deverão ser realizadas de segunda a sábado, inclusive feriados.
- Os coletores deverão usar uniformes, luvas, 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 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.
- 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.
- Os caminhões coletores deverão possuir inscrições externas alusivas aos serviços prestados e obedecer aos dispositivos de segurança e padrões exigidos para tal.
- Os caminhões e demais equipamentos deverão ser adequados e suficientes para atendimento da contratação objeto, possuindo idade máxima de 10 anos.
- A descontaminação dos equipamentos de transporte, quando necessária, deve ser realizada em local adequado. Para o manuseio e destinação adequada de resíduos, deve ser verificada a classificação discriminada na ABNT NBR 10004/2004.
- Para o armazenamento de resíduos perigosos deve ser verificada a ABNT NBR 12235/1992, assim como o transporte de resíduos de serviços de saúde deve atender 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):

- Os resíduos advindos dos serviços em questão, se possível e preferencialmente, deverão ser beneficiados por meio dos processos de triagem, gravimetria,



reciclagem e compostagem (considerar o processo de compostagem apenas para os resíduos orgânicos).

- Em caso da inexistência dos processos de compostagem NBR 13.591 (resíduos orgânicos) e reciclagem, a disposição final dos resíduos deverá ser realizada em aterro sanitário de resíduos não perigosos (Classe II A), devidamente licenciado aos órgãos ambientais competentes.

Tendo em vista a necessidade de tornar as regras apresentadas de domínio de todos os envolvidos no processo de manejo dos resíduos sólidos, desde os geradores, prestadores de serviços, até os recursos humanos envolvidos na rotina de coleta e destinação final, deverá ser elaborado em prazo imediato Projeto Informativo/Educativo para a população, Prefeitura Municipal e entidades prestadoras de serviços, comerciais e industriais do município, para capacitação sobre o conteúdo e visando o cumprimento das normas vigentes.

4.6.4 Critérios para pontos de apoio ao sistema de limpeza

Inúmeros problemas do sistema de limpeza urbana estão associados à insuficiência operacional da prestação dos serviços, esse fator muitas vezes é consequência da falta de definição de critérios nos diversos setores da área de planejamento como, por exemplo, no apoio à 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 dúvidas da população; pontos estratégicos localizados dentro do município.

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

Lixeiras públicas

- Devem permitir o acondicionamento diferenciado dos resíduos e serem dimensionadas conforme o volume médio de resíduos gerados pela população local. Sendo recomenda a implantação de pelo menos 04 (quatro) lixeiras por quarteirão



(um em cada esquina) localizados em centros comerciais ou de grande circulação de transeuntes.

Ecopontos ou Pontos de Entrega Voluntária (PEV) (ABNT/NBR 15.112/2004)

- Ser planejada a implantação de Ecopontos ou PEV como alternativa de apoio para a gestão do sistema de limpeza urbana, principalmente dos diversos tipos de resíduos volumosos, recicláveis, de construção civil e de podas.
- Deverão ser instalações públicas e de uso gratuito pela população, 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.
- Seguir os critérios e aspectos técnicos estabelecidos pela ABNT/NBR 15.112/2004, para sua implantação e operação.

Instalação de Locais de Entregas Voluntárias (LEV's)

- Para instalação desses locais devem ser priorizados pontos de grande circulação de pessoas, como supermercados, postos de combustíveis, farmácias, praças, dentre outros, considerando a densidade populacional.
- Devem conter facilidade para o estacionamento de veículos; estar em local público, visando garantir o livre acesso dos participantes; seu entorno não estar sujeito a alagamentos e intempéries (ação da chuva, vendavais, etc.); e, conter boa iluminação.
- A frequência do recolhimento dos resíduos acondicionados nessas estruturas dependerá da taxa de adesão da população, devendo ser recolhido ao menos uma vez na semana.

Pontos de Apoio às Guarnições e Frentes de Trabalho (NR 24)

- Seguir as orientações da NR 4, quanto a fornecer condições e instalações adequadas para o trabalhador da limpeza pública, dispostos em áreas estratégicas que permitam o fácil e rápido acesso por parte dos funcionários ao longo de sua jornada de trabalho.
- Promover contínua capacitação dos recursos humanos envolvidos nos serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos, de modo a proporcionar esclarecimentos sobre a necessidade de utilização dos equipamentos de proteção



individual, procedimentos de operação das suas atividades, com vistas a proteção da sua saúde e segurança.

4.6.5 Descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa

Da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010, e seu regulamento, Decreto nº 7.404/2010, entre outros princípios e instrumentos introduzidos, destacam-se a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a logística reversa. Nos termos da PNRS, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos é o "conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos.

Respeitado o disposto no art. 33 da Lei 12.305/2010, e de outras ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, o poder público local tem responsabilidade na implantação da coleta seletiva e na logística reversa. O Decreto nº 7.404/2010 que regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) estabelece que a implantação da coleta seletiva é instrumento essencial para a disposição ambientalmente adequada dos rejeitos.

O art. 30 da Lei nº 12.305/10 dispõe sobre a responsabilidade compartilhada, aos acordos setoriais e implementação de sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, bem como prevê a dispensa de licitação em contratação de cooperativas e associações de catadores, além da previsão do Poder Público em encarregar-se de responsabilidade inerentes a fabricantes, distribuidores e comerciantes.

A logística reversa é um "instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente



adequada". Para sua implementação poderão ser utilizados três instrumentos: regulamento, acordo setorial e termo de compromisso.

O Inciso IV, do Art. 31. da Lei nº12.305/10 estabelece que no tocante a responsabilidade compartilhada que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes podem firmar acordos ou termos de compromisso com o Município, para participar das ações previstas no plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, no caso de produtos ainda não inclusos no sistema de logística reversa definido pelo sistema nacional.

Um instrumento estratégico para incentivar a logística reversa é a implantação do Programa Municipal de Coleta Seletiva, no entanto, é relevante ressaltar que os principais instrumentos para sua realização estão vinculados aos acordos setoriais firmados entre os diversos setores com o Ministério do Meio Ambiente.

A situação da implantação da logística reversa das diversas cadeias, está apresentada na Tabela 83.

Tabela 83 – situação da implantação da logística reversa das diversas cadeias.

SISTEMAS DE LOGISTICA REVERSA EM IMPLANTAÇÃO	
Cadeias	Status atual
Embalagens Plásticas de Óleos Lubrificantes	Acordo setorial assinado em 19/12/2012 e publicado em 07/02/2013.
Lâmpadas Fluorescentes de Vapor de Sódio e Mercúrio e de Luz Mista.	Acordo setorial assinado em 27/11/2014 e publicado em 12/03/2015.
Embalagens em Geral.	Acordo setorial assinado em 25/11/2015 e publicado em 27/11/2015.
Produtos Eletroeletrônicos e seus Componentes.	Dez Propostas de acordo setorial recebidas até junho de 2013, sendo 4 consideradas válidas para negociação. Proposta unificada recebida em janeiro de 2014. Em negociação. Próxima etapa – Consulta Pública.
Medicamentos	Três Propostas de acordo setorial recebidas até abril de 2014. Em negociação. Próxima etapa – Consulta Pública.

Fonte: SINIR (2017).

Existem cadeias que já possuem sistemas de logística reversa implantados, anteriormente à Lei nº 12.305/2010, através de Leis, Decretos e Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, nas quais citamos:

- Pneus inservíveis (Resolução Conama nº 416/2009);
- Embalagens de agrotóxicos (Lei 7802/89; Lei 9974/00; Decreto 4074/02; Resolução Conama 465/2014);



- Óleo lubrificante usado ou contaminado - OLUC (Resolução Conama nº 362/2005);
Pilhas e baterias (Resolução nº 401, de 04/11/2008).

A coleta seletiva deve ser implantada pelos titulares dos serviços públicos de limpeza e manejo dos resíduos sólidos e estabelecer, no mínimo, a separação prévia dos resíduos secos e úmidos. Neste sentido, a nova lei, impôs, especificamente quanto ao sistema de coleta seletiva, obrigações aos consumidores que deverão acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados e disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução. Paralelamente à imposição das obrigações, o parágrafo único do artigo 35, prevê que o poder público municipal poderá instituir incentivos econômicos aos consumidores que participam do sistema de coleta seletiva, além de estabelecer em suas áreas de abrangência as formas adequadas de acondicionamento, segregação e disponibilização para a coleta seletiva dos resíduos, sendo os geradores responsáveis pelo cumprimento das normas.

Deste modo, o Município de Nísia Floresta 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. 5º 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 Nísia Floresta 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 munícipes 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 m³), para detritos oriundos da construção civil, deste modo, a taxa deve ser normatizada de forma que seja capaz de suprir os custos com a despesa.

4.6.7 Identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos

Para escolha das áreas de disposição final de resíduos sólidos, muitos critérios de engenharia estão envolvidos, os quais abarcam os parâmetros ambientais, de uso e ocupação do solo e operacionais. Além dos critérios técnicos e legais, devem ser observados também critérios 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 impacto ambiental decorrente da instalação do aterro seja minimizado;
- A aceitação do empreendimento pela população seja maximizado;
- Esteja de acordo com o zoneamento da região;
- Tenha longo tempo de vida útil e necessite de um mínimo de obras para início da operação.



- Evitar áreas com declividade inferior a 1% ou superior a 30%, uma vez que a topografia é fator determinante na escolha do método construtivo e nas obras de terraplenagem;
- Realizar o reconhecimento do perfil do solo, subsolo e a capacidade de carga;
- A permeabilidade seja inferior a 10⁻⁶ cm/s;
- O nível do lençol freático, em período crítico, não seja inferior a 1,5 m do fundo da célula do aterro;
- O aterro deve se localizar a uma distância mínima de 200 m de corpos d'água;
- Não seja instalado em áreas cuja supressão da vegetação implique na retirada de espécies em risco de extinção, etc.

O Relatório Síntese do Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte (PEGIRS/RN) apresenta uma proposta de regionalização estadual para permitir a gestão adequada dos resíduos. Através dos estudos realizados para elaboração do Plano os municípios do estado foram divididos em cinco regionalizações, além da Região Metropolitana e o município de Mossoró, que já têm consolidados com Aterros Sanitários em fase de operação. De acordo com o PEGIRS/RN essa proposta de Cenário de Regionalização é considerada ideal para o Estado, representando um suporte à formação dos Consórcios Públicos de Resíduos Sólidos ou de Saneamento Básico.

Para o Município de Nísia Floresta inserido no consórcio do Agreste, tem-se uma proposta neste estudo da implantação de um aterro sanitário no município de Santo Antônio, além de cinco estações de transbordo sendo locadas nos municípios de Canguaretama, em Goianinha, São Paulo do Potengi, São José de Mipibu e Monte Alegre.

4.6.8 Procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, incluída a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos

Para universalização da prestação do serviço de Limpeza Pública e Manejo de Resíduos Sólidos é necessária a garantia da abrangência do serviço com cobertura de todo o território municipal e em qualidade satisfatória. Ficou bem estabelecida no diagnóstico do sistema, a distinção de realidade da zona urbana do município e da zona rural e áreas especiais, deste modo é necessário que estudos distintos sejam realizados



para o atendimento das necessidades identificadas no Diagnóstico Técnico-Participativo.

4.6.8.1 Procedimentos operacionais dos serviços públicos de limpeza urbana

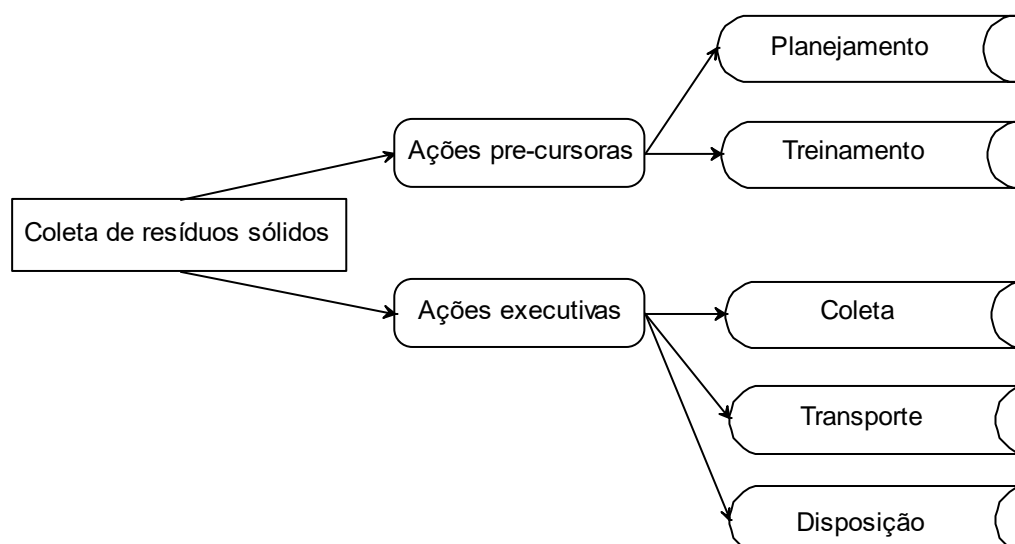
Os procedimentos operacionais de limpeza urbana de um município consistem numa série de atividades inter-relacionadas com o objetivo de atender todos os parâmetros ambientais necessários à minimização dos impactos ambientais sobre a saúde da população. Esses procedimentos devem levar em consideração o custo para seleção das melhorias alternativas a serem aplicadas no município. Assim, os procedimentos serão compostos pelas seguintes atividades:

- A coleta de resíduos sólidos domiciliares, comerciais e de varrição.
- A coleta de resíduos de poda
- A coleta de resíduos de construção
- Varrição de vias públicas, logradouros e feiras-livres
- Capinação, roçagem, raspagem de linhas d'água e pintura de meio-fio
- Coleta Seletiva

4.6.8.1.1 A coleta de resíduos sólidos domiciliares, comerciais e de varrição

A coleta de resíduos classe II-A (NBR 10.004/04) é a atividade mais importante de um programa de limpeza urbana municipal. O serviço é responsável pela remoção de todos os resíduos produzidos na cidade. Os demais resíduos, correspondem aos entulhos, material resultante da varrição, matéria orgânica de podas e de capina serão atendidos por outras atividades. A metodologia operacional deve ser dividida em 2 grandes ações, que por sua vez são subdivididas em mais 5, conforme apresentado na Figura 22.

Figura 22 - Fases planejadas para o sistema de coleta.



Fonte: SETUR/RN (2007).

As ações precursoras são as que devem ser realizadas antes das atividades de coleta propriamente dita. Envolve planejamento e treinamento e serão de responsabilidade do corpo de gestão da Prefeitura, conforme detalhado abaixo:

- a) O Planejamento é iniciado quando a forma de gerenciamento é definida, podendo este sofrer pequenas adaptações durante sua execução.
- b) O treinamento ocorre antes e durante as atividades e consiste no desenvolvimento de ações que visem a segurança e bem-estar do trabalhador e da população atingida pelas atividades planejadas.

As ações executivas são aplicadas não apenas aos funcionários, como é o objetivo das ações percussivas, mas no conjunto formado pelo veículo de coleta e sua guarnição ou equipe. É formado basicamente pelas atividades de coleta, transporte e disposição de resíduos sólidos, conforme detalhado abaixo:

- a) A coleta, que consiste pelo ato de retirar os resíduos do seu local de armazenamento domiciliar temporário e transportá-lo para o veículo de coleta poderá ser realizada por 2 metodologias: Da coleta pontual e; de coleta corrida. A primeira ocorre em locais onde há um grande acúmulo de lixo, como no caso de formação de pontos de lixo. Nessa metodologia o veículo permanece estacionado enquanto os garis utilizam pás e vassouras para recolher e transportar os resíduos para carga no veículo.

Os pontos de lixo podem ser formados pela cultura local, falta de planejamento ou ainda pela presença de irregularidades na frequência e horários



de atendimento população. O problema poderá ser resolvido pela modificação do horário e frequência de atendimento e pela implementação de ações educativas a população através de campanhas de conscientização.

A coleta corrida consiste na retirada dos resíduos armazenados em sacos plásticos ou recipientes defronte as residências do município. Nesta metodologia o veículo e sua guarnição percorrem as ruas da cidade num trajeto pré-definido. Os resíduos são transportados para o veículo que permanece em movimento.

- b) O transporte possui duas fases distintas, durante a realização da coleta e no trajeto entre o fim da coleta e a disposição dos resíduos com velocidades bem definidas para promover a segurança dos trabalhadores e transeuntes. As velocidades médias devem ser em torno de 5 km/h para coleta de resíduos e de 35 km/h para transporte destes a área de disposição final (lixão ou aterro sanitário). Caso sejam utilizados veículos tipo caçamba basculante, os resíduos deverão ser cobertos com lona durante a fase de transporte e os garis devem estar na boleia do veículo e nunca do equipamento de carga.
- c) A disposição final inicia-se no momento que o veículo aporta na área de descarga definida pela prefeitura (lixão, estação de transbordo ou aterro sanitário). Ao chegar no local determinado pela prefeitura, os garis deixam a boleia do veículo e auxiliam o motorista na execução das manobras com o veículo. Após o correto posicionamento a ser é iniciada a descarga dos resíduos via sistema hidráulico.

Na execução da atividade cada gari deverá estar uniformizado com camisas e calças, calçados, meias, luvas de algodão emborrachadas de cano longo e bonés. As luvas devem ser trocadas a cada 15 dias ou quando apresentarem defeitos. Itens de fardamento a cada 4 meses, vassouras a cada mês e demais ferramentas a cada 4 meses.

4.6.8.1.2 A coleta de resíduos de poda

Este serviço consiste em efetuar o recolhimento de forma manual dos resíduos vegetais resultantes da poda ou queda de árvores localizadas em vias e logradouros públicos do município.

A coleta de resíduos de podas e remoção de árvores deverá ser realizada de acordo com as solicitações da Administração, não havendo local pré-definido para sua execução. Para sua execução. Depois de providenciado o isolamento da área com cones



de sinalização, os galhos de árvores serão depositados ordenadamente na carroceria do caminhão.

Na execução da atividade deverá ser utilizada equipe composta por 01 (um) motorista e 02 (dois) garis, um caminhão carroceria de madeira de 7m³. Antes de efetuar o transporte os resíduos serão devidamente fixados e amarrados com cordas na carroceria do veículo, evitando assim que ocorram acidentes em seu deslocamento. Concluída a carga do caminhão, o mesmo será encaminhado ao destino final indicado pela Prefeitura.

4.6.8.1.3 A coleta de resíduos de construção

Este serviço consiste em efetuar o recolhimento de forma manual dos resíduos de construção civil em vias e logradouros públicos do município e deverá ser realizado de acordo com as solicitações da Prefeitura, não havendo local pré-definido para sua execução.

A equipe para execução do serviço deverá apresentar-se ao trabalho devidamente uniformizada e munida de todos os equipamentos necessários, inclusive os equipamentos de proteção individual – EPI's. A equipe será preferencialmente formada por pares de “paliadores” destro e canhoto, de forma a que ambos trabalhem concomitantemente no recolhimento dos resíduos.

Após o carregamento pleno do veículo transportador (preferencialmente caçamba basculante de 6 m³), o mesmo deverá ser encaminhado para área de destino final indicada pela Prefeitura. Durante o transporte a caçamba basculante deve ser coberta com lona em polietileno 200 micras, em perfeito estado de conservação, devidamente fixada, cobrindo totalmente a carga transportada para evitar derramamento durante todo o trajeto do veículo até o destino final. Sempre que possível o veículo deverá ter abertura pivotante lateral da tampa da caçamba para evitar obstrução durante o basculamento.

4.6.8.1.4 Varrição de vias públicas, logradouros e feiras-livres

Entende-se por varrição conjunto das atividades necessárias e remover manualmente os resíduos sólidos acumulados em vias pavimentadas e demais logradouros públicos da zona urbana. Também é parte deste serviço a atividade de esvaziamento de cestos de resíduos para pequenos volumes e acondicionamento dos resíduos em sacos plásticos para posterior retirada por veículos de coleta.



A varrição deverá executada, sempre que possível, em todas nas vias pavimentadas do município de forma alternada, com variação de 1 vez por semana. Porém, o Centro Comercial será atendido diariamente e, no caso dos locais onde se realizam as feiras públicas, o atendimento será sempre ao término destas.

A importância da varrição tem relevância:

- a) impacto estético positivo causado pelo asseio de uma via ou logradouro público;
- b) impacto sanitário, pois a remoção dos resíduos de varrição carrega consigo várias partículas, esporos, fungos e pequenos animais potencialmente causadores de doenças
- c) evita que resíduos depositados ao longo das guias sejam arrastados pelo vento ou pela água para as estruturas de drenagem urbana, possibilitando a ocorrência de entupimentos.

O serviço será do tipo manual, em que o gari varredor utilizará pás, vassouras e carrinhos para varrer e retirar os resíduos.

A varrição deve ser realizada por duplas em que cada gari é responsável por uma guia, assim os dois seguem pela avenida lado a lado. Cada gari possuirá um carrinho tipo lutocar ou contenedor, com capacidade mínima de 90 litros, uma pá quadrada para auxiliar no recolhimento dos resíduos, vassourão de 25 fiadas e sacos plásticos de 100 litros da cor preta (cinco por dia), filme número 10 ou mais resistente e demais EPI's.

As guias serão varridas desde seu limite até cerca de 1 metro em direção ao centro do logradouro, medida feita a partir da linha de meio fio, isto porque os movimentos dos veículos e transeuntes empurram os detritos para as guias, sendo portando, dispensável a varrição em seu centro.

Os sacos plásticos serão encaixados na lutocar ou contenedor por sua tampa de modo a preencher todo o volume destinado ao acúmulo de resíduos. Parte de seu corpo (cerca de 10%) permanecerá forma da área de carga, servindo posteriormente como alça para retirada do próprio.

Os resíduos varridos ou retirados dos pequenos cestos públicos de lixo (lixeiras) preencherão o volume do equipamento até cerca de 70% do seu total, ou cerca de 25 quilos. Nesse momento deverá ser realizado o lacre (com um ou mais nós na ponta) e a disposição dos sacos em vias públicas para coleta.



4.6.8.1.5 *Capinação, roçagem, raspagem de linhas d'água e pintura de meio-fio*

O objetivo do serviço de capina é manter os logradouros públicos livres de mato, ervas daninhas e materiais volumosos e criando um bom aspecto visual. A roçagem é feita quando se deseja manter uma cobertura vegetal de modo a se evitar deslizamentos de terra e erosões em taludes e encostas. A pintura de guias é útil na orientação do tráfego de veículos.

Os serviços de capinação, roçagem, raspagem de linha d'água e pintura de meio fio são executados de acordo com as solicitações da Administração, não havendo local pré-definido para sua execução. O serviço também atende as demandas de eventos públicos realizados no município.

A capinação manual utiliza enxadas, foices, pás e demais ferramentas com o objetivo de retirar gramíneas, ervas e material vegetal de pequeno porte das vias e logradouros públicos.

No processo, o gari de limpeza retira os vegetais em sua totalidade, inclusive com a realização da extirpação das raízes. A atividade também possui uma função social já que elimina parte da poluição visual causada pelo crescimento desordenado da vegetação e pode ser aplicada em canteiros centrais, calçadas, guias, meio-fio, praças e áreas para realização de eventos.

A roçagem difere da capinação manual por não extinguir a vegetação. Ao invés disso a atividade ordena o crescimento das plantas e gramíneas. Utiliza as mesmas ferramentas, mas apenas apara os vegetais sendo muito utilizada no desenvolvimento de trabalhos de paisagismos como modeladora estética e é aplicada principalmente em praças e canteiros centrais. As duas metodologias são aplicadas em quaisquer logradouros, independentemente de haver ou não pavimentação.

A raspagem de linha d'água só é executada ao longo de vias e logradouros pavimentados e visa tão somente a retirada de terra das canaletas destinada a drenagem pluvial e de águas servida. A atividade é necessária porque com o passar do tempo há um acúmulo de resíduos muito finos, do tipo silte e argila, que dificilmente são retirados pelos serviços de varrição. Os detritos criam, na maioria dos casos, uma pequena camada de lodo ou até mesmo de pequenos vegetais e se solidificam, criando uma barreira ao escoamento das águas por gravidade. Nesse momento a raspagem deve



ser realizada com a utilização de pás e enxadas. A canaletas são raspadas e os pequenos resíduos não retirados por esta raspagem são submetidos a uma varrição localizada.

A pintura de meio-fio é realizada após os serviços de capina, roçagem e raspagem de linha d'água com o objetivo de livrar as guias de qualquer impureza e prepará-la para a pintura. O serviço é executado com baldes e broxas e consiste na aplicação de tinta à base de água (cal hidratada) nas guias das vias e praças públicas.

4.6.8.1.6 Coleta Seletiva

Buscando atender às diretrizes apresentadas no art. 9º da Lei 12.305/2010, que demonstra a prioridade a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento, recuperação energética, disposição final dos resíduos, o Município de Equador deve implantar um Programa Municipal de Coleta Seletiva porta a porta.

Além da modalidade porta a porta, o município deverá fomentar a agregação conjunta de outras formas de Coleta Seletiva, como os Programas de Coleta Seletiva Internos, o de Postos de Entrega Voluntária. Procedimentos que se tornam alternativas essenciais para se atingir a meta de destinação ambientalmente adequada (reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e o até aproveitamento energético, desde que compatível com a Lei 12.305/2010).

O programa de Coleta Seletiva deve desenvolver ações de motivação dos agentes envolvidos: catadores e população, para que o material coletado seja o máximo possível do montante produzido. Deverão ser traçadas ações e sugeridas metas sempre com o objetivo que as ações terão que ter uma continuidade, caso contrário haverá um desestímulo pelas partes envolvidas: catadores e população.

Para tanto é necessário se estruturar o Programa de Coleta Seletiva, sendo necessário dispor de uma estrutura mínima:

- a) Implantação de um galpão de triagem (projeto já desenvolvido pela SEMARH e disponibilizado para o Município);
- b) Organizar entidade associativa de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
- c) Disponibilização de um veículo para realizar o recolhimento dos resíduos recicláveis;



- d) Implantar mecanismos de monitoramento da eficiência e dos custos envolvidos, buscando dar continuidade às ações da coleta seletiva. Esses mecanismos envolvem avaliação em primeiro lugar da implantação do programa do ponto de vista da abrangência da coleta e em segundo lugar de quanto foi efetivamente recuperado dos resíduos que vão para o destino final.

Para êxito de um Programa de Coleta Seletiva necessário se faz o desenvolvimento de campanhas educativas visando a sensibilização e mobilização de toda a população.

4.6.8.2 Procedimentos operacionais para disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Quanto à disposição final dos resíduos no Município é fundamental o desenvolvimento de medidas que possibilitem mitigar a situação do lixão e possibilitar a utilização da área com melhores condições operacionais e ambientais. Sendo necessário implantar as ações descritas abaixo:

- Promover o isolamento e cercamento da área de disposição final com a utilização de estacas com altura mínima de 2,0 m, com fio de arame galvanizado, diâmetro de 2,0 mm com distância máxima entre fios de 15 centímetros;
- Proceder a regularização do lixo exposto, através do confinamento do material e compactação com trator de esteira e o seu recobrimento com uma camada final de terra de no mínimo 30 cm;
- Realizar a instalação de portão de controle de acesso, com condições mínimas que garanta a vigilância, com controle de entrada e saída de pessoas e equipamentos, como forma de impedir o acesso de pessoas e veículos não autorizados;
- Não permitir a presença de animais e catadores na área de disposição final;
- Designar servidor público responsável pela vigilância e controle do acesso na área;
- Para o interior da área só poderão ser destinados aqueles materiais previstos na Resolução CONAMA 404/2008 que são aqueles provenientes de domicílios, de serviços de limpeza urbana, de pequenos estabelecimentos comerciais, industriais e de prestação de serviços, que

estejam incluídos no serviço de coleta regular de resíduos e que tenham características similares aos resíduos sólidos domiciliares;

- Cadastrar todos os veículos que realizam coleta de resíduos domiciliares no município;
- Efetuar o registro dos resíduos que entram na área de disposição final, garantindo que só terão acesso a área os veículos previamente cadastrados pela prefeitura;
- Não permitir a realização de queimadas de lixo na área;
- Manter a compactação e o recobrimento dos resíduos com uma camada de terra de 15 a 20 cm, com a frequência mínima de três vezes por semana.

A utilização da área do lixão utilizando-se as medidas acima se dará até que seja implantado o Aterro Sanitário Regional no Município de Nísia Floresta.

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

De acordo com os estudos realizados nos tópicos anteriores e das deficiências identificadas na etapa do Diagnóstico Técnico-Participativo, recomenda-se as intervenções listadas na Tabela 84 e na Tabela 85.

Tabela 84 - 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% da Zona Urbana.	1. Imediato (até 2022)
Coleta Seletiva	1. Atender toda a população com coleta seletiva, atendendo a 100% na Zona Urbana.	1. Estudo para avaliar melhor forma de Coleta Seletiva 2. Implantar Coleta Seletiva com cobertura de 100% na Zona Urbana. 3. Realizar ações de Educação Sanitária e ambiental para a população, para a prática de separação de resíduos. 4. Propor formação de cooperativas/associação de catadores	1. Imediato (até 2022) 2. Longo Prazo (até 2038) 3. Imediato (até 2022) 4. Imediato (até 2022)
Disposição Final do Resíduos	1. Disposição	1. Consolidar o	1. Imediato (até



	adequada em aterro sanitário.	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. 3. Remediação dos lixões; 4. Implantação do Aterro Sanitário em valas; 5. Disposição em Aterro Sanitário Regional do Consócio Público Regional de Saneamento.	2022). 2. Imediato (até 2022) 3. Curto prazo (até 2026) 4. Médio Prazo (até 2030); 5. Longo Prazo (até 2038).
--	-------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

Tabela 85 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para o serviço de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos para a Zona Rural e Áreas Especiais.

Zona Rural e Áreas Especiais			
Componente do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Coleta Convencional	1. Cobertura de 100% da Zona Urbana	1. Manter a Cobertura de 100% da Zona Rural e Áreas Especiais.	1. Imediato (até 2022)
Coleta Seletiva	1. Atender toda a população com coleta seletiva, atendendo a 100% da Zona Rural e áreas especiais.	1. Estudo para avaliar melhor forma de Coleta Seletiva Implantar Coleta Seletiva com cobertura de 100% na Zona Rural e áreas especiais. 2. Implantar Coleta Seletiva com cobertura de 100% na Zona Rural e áreas especiais. 3. Realizar ações de Educação Sanitária e ambiental para a população, para a prática de separação de resíduos. 4. Propor formação de cooperativas/associação de catadores	1. Imediato (até 2022) 2. Longo Prazo (até 2038) 3. Imediato (até 2022) 4. Imediato (até 2022)
Disposição Final do Resíduos.	1. Disposição adequada em aterro sanitário.	1. Consolidar o consorciamento do município de forma a viabilizar a destinação final ambientalmente adequada. 2. Ação de sensibilização da população do meio rural e de áreas especiais,	1. Imediato (até 2022). 2. Imediato (até 2022) 3. Curto prazo (até 2026) 4. Médio Prazo (até 2030); 5. Longo Prazo

		sobre a destinação das embalagens de agrotóxicos, de fertilizantes e de remédios veterinários; 3. Remediação dos lixões; 4. Implantação do Aterro Sanitário em valas; 5. Disposição em Aterro Sanitário Regional do Consócio Público Regional de Saneamento.	(até 2038).
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------

Fonte: Comitê executivo PMSB Nísia Floresta, 2019.

4.6.10 Previsão de eventos de emergência e contingência

Com relação à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, os principais eventos emergenciais e as ações de emergência e contingência previstas para o Município de Nísia Floresta, estão descritos na Tabela 86.

Tabela 86 - 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 Nísia Floresta, 2019.



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 9648**: Estudos de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Procedimento, Rio de Janeiro, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 13969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro/RJ, 1997.

BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. O.; SOUZA, V. C. B.; COSTA, L. S. G. M. Utilização de tecnologias compensatórias no projeto de um sistema de drenagem urbana. In: Congreso Nacional Del Agua, 1998, Santa Fé. **Anais**. Santa Fé: Facultad de Ingenieria y Ciencias Hidricas de la Universidad Nacional del Litoral, v.2, p. 248-257, 1998.

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH, 2005. 266p.

BRASIL, J; ATTAYDE, J. L.; VASCONCELOS, F. R.; DANTAS, D. F.; HUSZAR, V. L. M. **Drought-induced water-level reduction favors cyanobacteria blooms in tropical shallow lakes**. Hydrobiologia. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde**. – 4. ed. – Brasília: Funasa, 2015.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Plano nacional de saneamento básico**. Brasília: Midades, 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 nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília. DOU de 9 de janeiro de 1997.

CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005.** Publicada no DOU no 053, de 18 de março de 2005, página 58-63.

COORDENADORIA ESTADUAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL. **Plano emergencial de segurança hídrica.** Natal, Governo do Estado do Rio Grande do Norte. 2015.

CORRÊA, C. S.; MYRRHA, L. J. D. ; FIGOLI, M. G. B. **Métodos AiBi e Logístico para projeção de pequenas áreas: uma aplicação para microrregião de Angicos - RN.** International Seminar on Population Estimates and Projections: Methodologies, Innovations and Estimation of Target Population applied to Public Policies. (Seminário). Rio de Janeiro, CIC, IBGE. 2011.

CRUZ, M. A. S.; ARAÚJO, P. R.; SOUZA, V. C. B. Estruturas de controle do escoamento urbano na microdrenagem. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 13., 1999, Belo Horizonte. **Anais.** Belo Horizonte: ABRH, 21 p., 1999.

FÍGOLI, M. G. B.; WONG, L. R.; GONZAGA, M. R.; GOMES, M. M. F. **Aspectos metodológicos para a projeção de localidades intra-urbanas – uma aplicação a Minas Gerais.** XVII Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP. Caxambu-MG. 2010.

FORESTI, E. **Tratamento de Esgoto.** In: CALIJURI, M. C.; CUNHA, D. G. Engenharia ambiental: conceitos, tecnologia e gestão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

FUJITA, O., et. al. **Drenagem Urbana - Manual de Projeto.** DAEE/CETESB, 1980.

IGARN. **IGARN divulga relatório volumétrico dos principais reservatórios do Estado.** 2017. Disponível em: <
<http://www.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=158062&ACT=&PAGE=&PARM=&LBL=NOT%20CDCIA>>. Acesso em: 29 out 2017.

IGARN. **Programa Água Azul – Demonstrativo das Análises das Águas Superficiais do RN.** (2012). Disponível em: <



<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/doc/DOC000000000029757.PDF>>. Acesso em: 29 out 2017.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos: 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. Resolução CONEMA 02, de 21 de julho de 2009. Conselho Estadual de Meio Ambiente. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC0000000000006170.PDF>>. Acesso em: 20 out. 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte. Produto 2: Panorama dos Resíduos Sólidos no Estado do Rio Grande do Norte**. Natal, 2015. 562 p.

RODRIGUES, L. C. **Sistemas de engenharia e abastecimento de água no Rio Grande do Norte: análise da gestão de recursos hídricos no contexto da elaboração dos planos municipais de saneamento básico**. Monografia (Bacharelado em geografia) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2017.

RODRÍGUEZ, L. B. **El tratamiento descentralizado de aguas residuales domésticas como alternativa sostenible para el saneamiento periurbano en Cuba**. Ingeniería Hidráulica y Ambiental, vol. XXX, n°. 1, 2009.

ROQUE, O. C. C. **Sistemas Alternativos de Esgotos Aplicáveis às Condições Brasileiras**. 1997. 153 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública. Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1997.

SECRETARIA DE ESTADO DO TURISMO - SETUR/RN. Plano diretor de resíduos sólidos do Pólo Costa das Dunas - Modelo Tecnológico para execução dos serviços. ATP Engenharia Ltda. Natal, 2007

SMDU, Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais**: gerenciamento do sistema de drenagem urbana. São Paulo: SMDU, 2012.

SUDERHSA, Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (Paraná). **Manual de Drenagem Urbana da Região Metropolitana de Curitiba**. Curitiba, 2000.

SURIYACHAN, C.; NITIVATTANANON, V.; AMIM, A.T.M. N. **Potential of decentralized wastewater management for urban development: Case of Bangkok**. Habitat International 36, 85-92, 2012.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. EDUSP, Editora da UFRGS, ABRH. 952 p. 1993.



TUCCI, C. M.; PORTO, R.; BARROS, M. T. **Drenagem urbana**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1995.

TUCCI, C.E.M.; BERTONI, J.C. **Inundações urbanas em América Latina**. Porto Alegre: ABRH-Ed. UFRGS, 2003.

TUCCI, C. E. M.; CRUZ, M. A. S.; SOUZA, C. F. **Controle da drenagem urbana no Brasil: avanços e mecanismos para sua sustentabilidade**. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo: ABRH, p. 1-18, 2007.

USEPA, United States Environmental Protection Agency. **Primer of Municipal Wastewater Treatment Systems**. EPA 832-R-04-001. September 2004.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e o tratamento de esgotos**. 4ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e o tratamento de esgotos**. 2ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.



APÊNDICE A – Relatório da Participação Social