



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

Maxaranguape – RN

Novembro / 2019



PREFEITURA MUNICIPAL DE MAXARANGUAPE/RN

Prefeito

Luís Eduardo Bento da Silva

Vice-Prefeita

Maria Erenir Freitas de Lima

Comitê de Coordenação

Charles de Souto Bezerra – Diretor Geral SAAE

Francini Stelli Goldoni – Secretária Municipal de Obras e Serviços Urbanos

Anilton Fernandes De Farias Junior – Secretário Municipal de Agricultura

Inácio Valtercio Dos Santos – Secretário Municipal de Turismo

Flávio Henrique Cunha De Farias – Secretário Municipal de Sustentabilidade Ambiental e Urbanismo

Lealdo Pezzi de Araújo – Secretário Municipal de Saúde

Josivan Ribeiro do Monte – Secretário Municipal de Educação, Cultura e Desporto

Maria Erenir Freitas – Secretaria Municipal de Trabalho, Habitação e Assistência Social

Crizaldo Meira de Araújo – Presidente da Câmara Municipal de Maxaranguape

Representante do NICT da FUNASA.

Comitê Executivo

Francisca Verônica Pontes da Silva – Agente administrativa/SAAE

João Maria de Jesus Ferreira – Chefe de Manutenção do SAAE

Thobias Bruno Gurgel Tavares – Assessor Jurídico SAAE

Leonardo França de Moraes – Engenheiro civil

Gutemberg Gomes de Souza – Engenheiro civil

Ednaldo Pedro do Nascimento – Agente comunitário de Saúde

Maurício Kosima Vasconcelos Dias – Diretor de comunicação

Lucas Gabriel Veríssimo Pinheiro da Silva – Presidente da Associação de Proteção e Conservação Ambiental Cabo de São Roque

Luzimar Barbosa de Lima – Agente de Desenvolvimento Local.

Jadeir Regina do nascimento dias – Presidente da Colônia dos Pescadores Z-15



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB
Prospectiva e Planejamento Estratégico



Sanclair Solon de Medeiros – Gestor Ambiental

Simone Correia Felix – Operadora Cadastro único

Leila Maria dos Santos Meira – Secretária adjunta de Assistência Social.

Evânio Pedro do Nascimento – Vereador Municipal.



Equipe de Apoio Técnico – UFRN

Coordenação Geral:

Dr. Aldo Dantas
Geógrafo

Apoio Técnico Geral:

MSc. Elaine Lima
Administradora

Gilbrando Trajano
Junior
Engenheiro Ambiental

Lucas Costa
Geógrafo

Dr. Pablo Ruyz Aranha
Geógrafo

Dr. Paulo Cunha
Engenheiro Civil

Thiago Simonetti
Graduando em
Geografia

**Equipe de apoio
Projeção
Populacional:**

Joselito da Silveira
Junior
Geógrafo

Maiara Câmara
Engenharia Civil

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

Dr. Paulo Cunha
Engenheiro Civil

Alex Sandro Avelino da
Silva
Graduando de
Engenharia Ambiental

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

Membros Titulares:

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

Membros Suplentes:

- Divisão de Engenharia de Saúde Pública - Diesp

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

- Serviço de Educação em Saúde Ambiental - Sesam

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

- Serviço de Convênios - Secov

Silvino Serafim de Medeiros Neto - Matrícula Siape nº 703086 – 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	20
2.2	MATRIZ SWOT POLÍTICA DO SETOR DE SANEAMENTO.....	22
2.3	MATRIZ SWOT ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	23
2.4	MATRIZ SWOT ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	26
2.5	MATRIZ SWOT LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	28
2.6	MATRIZ SWOT MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	31
3.	CENÁRIOS, OBJETIVOS E METAS	33
4.	PROJEÇÃO DE DEMANDAS E PROSPECTIVAS TÉCNICAS	46
4.1	ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS DE GESTÃO E PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO / ARRANJOS INSTITUCIONAIS E AVALIAÇÃO POLÍTICO-INSTITUCIONAL DO SETOR DE SANEAMENTO.....	46
4.1.1	Da prestação de serviço.....	50
4.1.1.1	Prestação Municipal Direta	52
4.1.1.2	Prestação Municipal Indireta.....	53
4.1.1.3	Prestação por Companhias Regionais	54
4.1.1.4	Prestação por Consórcio Público.....	55
4.1.1.5	Prestação por Agentes Privados	56
4.1.1.6	Da escolha do município	57
4.1.2	Da regulação e fiscalização	57
4.1.2.1	Das possíveis entidades reguladoras	59
4.1.3	Do controle social.....	62
4.1.1	Da cooperação regional.....	64
4.1.2	Da criação da Política Municipal de Saneamento Básico	65

4.2	PROJEÇÃO DO CRESCIMENTO MUNICIPAL NO HORIZONTE DE REFERÊNCIA	67
4.2.1	Projeção Demográfica	67
4.2.1.1	Metodologia.....	67
4.2.1.2	Estimativa Populacional do Município de Maxaranguape.....	70
4.2.2	Estimativa da População Flutuante do Município de Maxaranguape	78
4.2.3	Estimativa populacional do sistema regionalizado de abastecimento de água Maxaranguape	78
4.2.4	Estimativa populacional do Consórcio para destinação de Resíduos Sólidos do Maxaranguape.....	79
4.2.5	Áreas de expansão territorial	79
4.3	INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	81
4.3.1	Ligações de água.....	81
4.3.2	Rede de distribuição.....	89
4.3.3	Reservação	95
4.3.4	Estação elevatória de água tratada	103
4.3.5	Produção de água tratada.....	103
4.3.6	Descrição dos mananciais passíveis de utilização para o abastecimento de água na área de planejamento	106
4.3.7	Definição das alternativas de manancial para atender a área de planejamento.....	116
4.3.8	Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada	118
4.3.9	Previsão de eventos de emergência e contingência.....	121
4.4	INFRAESTRUTURA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	123
4.4.1	Projeção da vazão anual de esgotos ao longo dos próximos 20 anos para toda a área de planejamento.....	124
4.4.1.1	Projeção das demandas de esgoto da área rural	131

4.4.2	Previsão das estimativas de carga e concentração de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e coliformes fecais (termotolerantes).....	136
4.4.3	Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada	149
4.4.4	Comparação das alternativas de tratamento local ou centralizado dos esgotos.....	156
4.4.5	Previsão dos eventos de emergência e contingência	159
4.5	INFRAESTRUTURA DE ÁGUAS PLUVIAIS	161
4.5.1	Projeção da demanda de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.....	162
4.5.1.1	Hietogramas de Chuvas Máximas	162
4.5.1.2	Chuvas de curta duração (microdrenagem).....	167
4.5.1.3	Chuvas críticas horárias ao longo de um dia (macrodrenagem)	169
4.5.2	Proposta de medidas mitigadoras para os principais impactos identificados	171
4.5.2.1	Medidas de controle para reduzir o assoreamento de cursos d'água e de bacias de retenção	172
4.5.2.2	Medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos sólidos nos corpos d'água.....	174
4.5.3	Diretrizes para o controle de escoamentos na fonte.....	175
4.5.4	Diretrizes para o tratamento de fundos de vale.....	179
4.5.5	Previsão de eventos de emergência e contingência.....	186
4.6	INFRAESTRUTURA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	187
4.6.1	Estimativas dos volumes de produção de resíduos sólidos e cobertura do sistema de limpeza urbana.....	187
4.6.2	Metodologia para o cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos	192
4.6.3	Regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos.....	197
4.6.4	Critérios para pontos de apoio ao sistema de limpeza	200

4.6.5	Descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa.....	202
4.6.6	Critérios de escolha da área para localização do bota-fora dos resíduos inertes gerados	204
4.6.7	Identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.....	205
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	207
4.6.9	Previsão de eventos de emergência e contingência.....	209
	REFERÊNCIAS	210
	APÊNDICE A – RELATÓRIO DA PARTICIPAÇÃO SOCIAL.....	215

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de desenvolvimento dos procedimentos para projeções populacionais.	70
Figura 2 – Projeção da população total, urbana e rural pelo método AiBi.	71
Figura 3 – Evolução da população do Município Maxaranguape.....	72
Figura 4 – Distribuição percentual da população do Município Maxaranguape.....	76
Figura 5 - Mapa de expansão urbana do município de Maxaranguape.	80
Figura 6 – Componentes de um Sistema de Abastecimento de Água (SAA)	81
Figura 7 - Mapas de análise da precipitação anual dos municípios do RN.....	107
Figura 8 - Localização e volumes dos principais reservatórios do Estado do Rio Grande do Norte.	109
Figura 9 – Localização dos mananciais do Rio Grande do Norte analisados por Brasil et al..	112
Figura 10 - Mapa de aquíferos, poços e salinidade do Estado do Rio Grande do Norte.	117
Figura 11 – Componentes constituintes de um Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)	124
Figura 12 – Hietograma de máximos para T=2 anos.	168
Figura 13 – Hietograma de máximos para T=10 anos.	168
Figura 14 – Hietograma de máximos para T=25 anos.	169
Figura 15 – Hietograma de máximos horários para T=2 anos.	170
Figura 16 – Hietograma de máximos horários para T=10 anos.	170
Figura 17 – Hietograma de máximos horários para T=25 anos.	171
Figura 18 – Projeção do volume por tipo de destinação dos resíduos sólidos no horizonte de planejamento.....	190

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 Maxaranguape.	21
Tabela 3 - Matriz da análise SWOT referente aos aspectos da Política do setor de saneamento do Município de Maxaranguape.	22
Tabela 4 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Abastecimento de Água da Zona Urbana do Município de Maxaranguape	24
Tabela 5 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Abastecimento de Água da Zona Rural do Município de Maxaranguape.	25
Tabela 6 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Esgotamento Sanitário da Zona Urbana do Município de Maxaranguape.	27
Tabela 7 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Esgotamento Sanitário da Zona Rural do Município de Maxaranguape.	28
Tabela 8 - Matriz da análise SWOT referente à Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos da Zona Urbana do Município de Maxaranguape.	29
Tabela 9 - Matriz da análise SWOT referente à Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos da Zona Rural do Município de Maxaranguape.	30
Tabela 10 - Matriz da análise SWOT referente ao Manejo de Águas Pluviais da Zona Urbana do Município de Maxaranguape.	31
Tabela 11 - Matriz da análise SWOT referente ao Manejo de Águas Pluviais da Zona Rural do Município de Maxaranguape.	32
Tabela 12 – Análise prospectiva da Situação Político-Institucional do setor de saneamento básico.	34
Tabela 13 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água da Zona Urbana.	36
Tabela 14 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água da Zona Rural.	37
Tabela 15 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de esgotamento sanitário da Zona Urbana.....	39
Tabela 16 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de esgotamento sanitário da Zona Rural.....	40

Tabela 17 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos da Zona Urbana.....	41
Tabela 18 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos da Zona Rural.....	43
Tabela 19 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de manejo das águas pluviais da Zona Urbana.....	44
Tabela 20 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de manejo das águas pluviais da Zona Rural.....	45
Tabela 21 – Estimativa populacional do Município de Maxaranguape.	71
Tabela 22 – Informações sobre unidades de planejamento	73
Tabela 23 – Estimativa da evolução da população do Município Maxaranguape	77
Tabela 24 - Déficit de ligações no município de Maxaranguape	82
Tabela 25 – Número de Ligações nas localidades urbanas a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.	85
Tabela 26 - Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.	86
Tabela 27 - Número de Ligações nas localidades rurais a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento (<i>Continuação</i>).....	87
Tabela 28 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população urbana.....	92
Tabela 29 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural.	93
Tabela 30 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural (<i>Continuação</i>).....	94
Tabela 31 - Consumo médio per capita para populações dotadas de ligações domiciliares	98
Tabela 32 - Consumo médio per capita para populações desprovidas de ligações domiciliares.	98
Tabela 33 - Informações sobre unidades de reservação de água.....	99
Tabela 34 - Demanda de reservação de água em função do crescimento natural da população urbana.....	101
Tabela 35 - Demanda de reservação de água em função da população de saturação da Zona Rural.	102

Tabela 36 - Demanda de água em função do crescimento natural da população urbana e universalização do serviço de abastecimento de água.....	105
Tabela 37 - Demanda de água em considerando a universalização do serviço de abastecimento de água em função da população de saturação da Zona Rural.	106
Tabela 38 - Dados de precipitação do município de Maxaranguape.....	108
Tabela 39 - Valores dos índices de qualidade da água e do estado trófico dos principais mananciais do RN.....	111
Tabela 40 – Valores de análise da qualidade da água bruta dos principais mananciais utilizados para abastecimento de água no RN.	114
Tabela 41 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Urbana.	118
Tabela 42 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural Comunidades com sistema de abastecimento pelo SAEE.	119
Tabela 43 - principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de abastecimento de água.	121
Tabela 44 – Projeção da extensão de rede coletora de esgoto e número de ligações estimadas para o horizonte de planejamento na sede do município.	128
Tabela 45 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população urbana.....	130
Tabela 46 - Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural.	132
Tabela 47 - Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural (<i>continuação</i>).....	133
Tabela 48 - Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural (<i>continuação</i>).....	134
Tabela 49 - Níveis de tratamento dos esgotos	138
Tabela 50 - Breve descrição dos principais sistemas de tratamento de esgotos em nível secundário.....	138
Tabela 51 - Eficiências típicas de diversos sistemas de tratamento de esgotos na remoção de DBO e Coliformes.	141
Tabela 52 - Parâmetros de eficiência adotados no PMSB de Maxaranguape.	142

Tabela 53 – Estimativa da carga orgânica e remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes, com e sem tratamento, para diferentes tipos de tratamento para área urbana.	143
Tabela 54 – Estimativa da carga orgânica e remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes, com e sem tratamento, para diferentes tipos de tratamento para área urbana (<i>Continuação</i>).....	144
Tabela 55 – Estimativa da carga orgânica e remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes, com e sem tratamento, para diferentes tipos de tratamento para área urbana (<i>Continuação</i>).....	145
Tabela 56 – Estimativa da concentração e remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes, com e sem tratamento para diferentes tipos de tratamento para área urbana.	146
Tabela 57 – Estimativa da concentração e remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes, com e sem tratamento para diferentes tipos de tratamento para área urbana.	147
Tabela 58 – Estimativa da concentração e remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes, com e sem tratamento para diferentes tipos de tratamento para área urbana.	148
Tabela 59 - Características típicas de diversos sistemas de tratamento de esgotos, expressos em valores per capita.	151
Tabela 60 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Urbana, em relação ao sistema de esgotamento sanitário.	152
Tabela 61 - Faixas prováveis de remoção dos poluentes, conforme o tipo de tratamento, consideradas em conjunto com o tanque séptico.....	154
Tabela 62 - Algumas características dos processos de tratamento recomendados para áreas rurais (exclui tanque séptico).	154
Tabela 63 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural, em relação ao sistema de esgotamento sanitário.	155
Tabela 64 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de esgotamento sanitário e suas respectivas ações.....	160
Tabela 65 - Precipitações máximas diárias anuais do município de Maxaranguape...	163

Tabela 66 - Períodos de retorno recomendados para obras de drenagem.....	164
Tabela 67 - Cálculo do período de retorno.	164
Tabela 68 - Cálculo das precipitações máximas diárias através da distribuição de Gumbel.	166
Tabela 69 - Relações entre durações.	166
Tabela 70 – Principais características das medidas de controle de escoamento na fonte.	178
Tabela 71 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda observada para a Zona Urbana, em relação à Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais.	182
Tabela 72 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda observada para a Zona Rural, em relação à Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais.	184
Tabela 73 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de drenagem de águas pluviais.....	186
Tabela 74 – Projeção do cenário para a geração e destinação final dos resíduos sólidos para a Zona Urbana do Município Maxaranguape.	189
Tabela 75 – Projeção do cenário para a geração de resíduos sólidos para a Zona Rural do Município Maxaranguape.....	191
Tabela 76 – Cálculo de Taxa para Resíduos Sólidos Urbanos.	196
Tabela 77 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para o serviço de Limpeza Pública e Manejo de Resíduos Sólidos para a Zona Urbana.....	208
Tabela 78 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para o serviço de Limpeza Pública e Manejo de Resíduos Sólidos para a Zona Rural.	208
Tabela 79 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos.....	209



LISTAS DE SIGLAS

IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano

LEV – Local de Entrega Voluntária

PEGIRS – Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

PEV – Ponto de Entrega Voluntária

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

SES – Sistema de Esgotamento Sanitário

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 do município (PMSB) de Maxaranguape, é a ferramenta de planejamento estratégico para o alcance desse objetivo.

Para orientar o processo de planejamento integrado dos quatro componentes do saneamento básico, se faz 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.

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

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

Considerando que o planejamento não é estático, ressalta-se que as características observadas como 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 Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	FORÇAS (Vantagens internas do município quanto ao saneamento básico)	Relacionados ao ambiente interno	FRAQUEZAS (Desvantagens internas do município quanto ao saneamento básico)
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	OPORTUNIDADES (Aspectos positivos externos com o potencial de fazer melhorar as condições do saneamento no município)	Relacionados ao ambiente externo	AMEAÇAS (Aspectos negativos externos com o potencial de comprometer a qualidade do saneamento básico no município)

Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN.

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 Maxaranguape, 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 Maxaranguape.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	- O município possui 42,96% de seu território inserido na bacia hidrográfica do Rio Maxaranguape – Excelente potencial hídrico subterrâneo através do aquífero Barreiras; - A topográfica favorece o escoamento por gravidade.	Aspectos físicos: - Geologia - Relevo - Solos - Clima - Recursos Hídricos - Vegetação	Predominância de dunas e vegetação rasteira em grande parte de seu território inviabilizando a produção agropecuária.
	- Baixa densidade demográfica na zona rural; - Oferta de serviços de saúde na atenção básica; - Rede pública de ensino nas zonas urbana e rural; - Aumento de unidades habitacionais por incentivo dos programas sociais federais; - Baixo Crescimento populacional. - Disponibilidade de áreas para produção agrícola em sua faixa mais distante do litoral. - Boa qualidade no solo para produção agrícola. - Proximidade da capital, favorecendo deslocamentos estudantes, trabalho e tratamento de saúde. - Boas condições das rodovias .	Aspectos sociais e demográficos: - Demografia - Saúde - Educacionais - Renda e Ocupação - IDH Municipal - Condições de Habitação	- Alto índice de internações por doenças infecciosas e parasitárias; - Alto índice de analfabetismo; - Alto percentual de pessoas pobres e extremamente pobres; - Grande desigualdade social; - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) baixo; - Ausência de Projetos de Educação Sanitária e Ambiental; - Ausência de infraestrutura básica nas áreas de expansão.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	- Áreas de proteção ambiental; - Disponibilidade hídrica, seja superficial ou subterrânea; - Solo de boa qualidade para produção rural na região mais afastada do litoral; - Disponibilidade de áreas para instalação de parques eólicos; - Grande índice de radiação solar para instalação de parques fotovoltaicos	Aspectos físicos: - Geologia - Relevo - Solos - Clima - Recursos Hídricos - Vegetação	- Necessidade de fortalecimento das equipes de fiscalização ambiental; - Falta de infraestrutura mínima de saneamento básico; - Contaminação dos corpos hídricos

1. Grande potencial turístico; 2. Consorcio para coleta e manuseio dos resíduos sólidos; 3. Possibilidade de convênios intermunicipais para atendimentos médicos; 4. Incremento na ocupação e renda através de incentivo para instalação de empresas e indústrias nos setores turísticos e geração de energias renováveis; 5. Melhorias na qualidade de saúde através de convênios com a FUNASA e secretarias estadual	Aspectos sociais e demográficos: - Demografia - Saúde - Educacionais - Renda e Ocupação - IDH Municipal - Condições de Habitação	1. Oferta de empregos em outros municípios 2. Redução dos recursos federais destinados a saúde, educação e assistência social do município. 3. Aumento de doenças de veiculação hídricas.
--	---	---

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

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 Maxaranguape, 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 Maxaranguape.

	Pontos Fortes	Itens de Reflexão	Pontos Fracos
	Forças		Fraqueza
Ambiente Interno	1. Existência de Plano Diretor; 2. Política municipal de saneamento básico; 3. Código de obras; 4. Código de vigilância sanitária; 5. Lei de criação de Autarquia para prestação de serviços de água e esgotos; 6. Decreto de regulamentação dos serviços de águas e esgotos; 7. Conselho municipal de saneamento básico;	- Legislação Municipal - Regulação - Programas locais de interesse do Saneamento Básico - Participação e controle social - Política Tarifária	1. A legislação municipal não está sendo aplicada plenamente; 2. Inexistência de Código de Meio ambiente; 3. Inexistência de Política de Meio Ambiente; 4. Inexistência de Plano contingência da defesa civil; 5. Ausência de estrutura de regulação e fiscalização; 6. Falta de identificação de Programas locais de saneamento básico; 7. Inexistência de um sistema de informação dos serviços de saneamento básico;
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças

Ambiente Externo	1. Existência de Agência Reguladora para convênios e/ou concessão; 2. Inserção no Plano Estadual de Resíduos Sólidos; 3. Existência de uma Política Nacional de Saneamento Básico norteadora das ações municipais para estruturação dos setores; 4. Existência de Políticas de Educação Ambiental	- Políticas Nacionais - Políticas Estaduais - Regionalização - Mecanismos de Cooperação com outros entes federados	1. Poucas opções de agência reguladora estadual ou consorciadas; 2. Restrição a cobrança de tributos; 3. Rejeição da população referente a criação da cobrança de taxa tarifária; 4. Resistência da sociedade quanto a obediência a novas legislações, principalmente nas áreas rurais.
------------------	--	---	--

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

2.3 MATRIZ SWOT ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Na análise estratégica dos sistemas que compõem a infraestrutura e serviço de saneamento básico municipal, se faz necessário 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 Maxaranguape, enquanto a **Tabela 5** se volta para os sistemas da Zona Rural, ambas com o enfoque de propiciar a análise das forças, fraquezas (ambiente interno) e das oportunidades e ameaças (ambiente externo) identificadas.

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

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	- Existência de cadastro comercial dos consumidores - Existência de software comercial para atendimento dos usuários. - Prestação de contas periódica ao Tribunal de Contas do Estado (TCE) - Decreto de regulamentação dos serviços de fornecimento de água. - Estrutura operacional enxuta, facilitando sua compreensão e seu funcionamento. - Estrutura física e de equipamentos mínimos necessários. - Sistema On-line para autoatendimento dos usuários. - Ampliação da rede credenciada para arrecadação. - Canal de atendimento e denúncias por redes sociais	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Abastecimento de água - Qualidade da água	- Cadastro comercial desatualizado; - Poucas opções para os serviços de autoatendimento <i>on line</i>; - Política tarifária defasada. - Necessidade de diminuir a cota mínima para consumo de água; - Ausência de cadastro da rede de distribuição; - Insuficiência de reservação de água; - Redes de abastecimento subdimensionadas.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	- Acesso a recursos externos para elaboração de Campanhas educativas; - Efetivação de convênios e ou Parcerias Público Privadas (PPP) - Implantação de macromedidores nos sistemas produtores; - Convênios com universidades para elaboração de estudos ou desenvolvimento de novas tecnologias.	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Abastecimento de água - Qualidade da água	- Falta de investimentos estaduais e federais. - Falta de políticas públicas voltadas para educação ambiental. - Falta de fiscalização e/ou interação do poder estadual e federal com empresas municipais - Falta de cursos de capacitação e/ou qualificação em saneamento pelos órgãos estaduais e federais gratuitos para funcionários públicos devidamente comprovados. - Implementação de políticas públicas de subsídio para investimentos na redução das perdas e diminuição do consumo de água

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

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

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	- Existência de sistemas de abastecimento; - Baixa densidade populacional; - Facilidade para cadastramento dos usuários; - Uso da estrutura municipal atual (SAAE); - Necessidade de pequenas adequações da rede distribuição; - Existência de poços perfurados e em operação; - Água de boa qualidade conforme análises já realizadas; - Necessidade de tratamento simplificado, apenas por desinfecção para adequação da água ao padrão de potabilidade.	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Abastecimento de água - Qualidade da água	- Ausência de tratamento da água distribuída; - Ausência de operador nos sistemas rurais; - Acesso não pavimentado, dificultando os deslocamentos; - Dificuldade de comunicação, devido falta de abrangência de telefonia móvel; - Populações locais, não aceitam pagar tarifa de água; - Falta de mapeamento das redes de distribuição; - Existência de ligações irregulares; - Falta de locais para pagamento dos boletos de cobrança.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	- Melhorar o sistema de abastecimento das comunidades. - Melhoria de operação de sistema de comunidades atendidas pelo SAAE - Existência de recursos para implantação de programas de educação ambiental e sanitária através da FUNASA	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Abastecimento de água - Qualidade da água	- Ausência de estudo do potencial de exploração do aquífero; - Falta de outorga; - Falta de fiscalização dos órgãos estaduais para uso das águas subterrâneas; - Potencial de poluição do aquífero devido a inexistência de tratamento dos esgotos; - Poucas linhas de convênios para ampliação das redes de abastecimento de água rural.

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

2.4 MATRIZ SWOT ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Na análise estratégica dos sistemas que compõem a infraestrutura e serviço de saneamento básico municipal, se faz necessário 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 Maxaranguape, enquanto a **Tabela 7** se volta para os sistemas da Zona Rural, ambas com o enfoque de propiciar a análise das forças, fraquezas (ambiente interno) e das oportunidades e ameaças (ambiente externo) identificadas.

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

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	1. Possibilidade do uso do software de gestão comercial de água para esgoto; 2. Grande maioria dos usuários já cadastrados; 3. Relevo favorece construção de ETE,s compactas 4. Possibilidade de lançamento do esgoto tratado no rio Maxaranguape; 5. Parte da zona urbana com sistema de coleta já implantado;	- Informações comerciais - Informações financeiras -Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Esgotamento Sanitário - Qualidade do esgoto bruto e tratado	1. Existência de áreas na sede sem rede coletora de esgoto; 2. Ausência de controle referente ao cadastro da rede coletora e do número de ligações; 3. Rede coletora do tipo condominial; 4. Obstruções frequente na rede; 5. Mau uso do sistema, ligações clandestinas nas galerias pluviais por parte dos usuários; 6. Poucos domicílios possuem ligações prediais de esgoto; 7. Predominância da utilização de fossas rudimentares; 8. Existência de lançamentos inadequado de águas residuais nas vias públicas e sarjetas; 9. Demora na prestação do serviço limpa fossa; 10. Ausência de controle operacional do sistema; 11. Ausência de manutenção preventiva no sistema; 12. Ausência de operador na ETEB; 13. Lagoas de estabilização situadas muito próximas das residências; 14. Efluente tratado destinado de maneira inadequada; 15. Operação inadequada da fossa séptica coletiva (fossão); 16. Ausência de monitoramento da qualidade do esgoto bruto e tratado; 17. Ausência de cobrança pelo serviço do SES e limpa fossa.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	1. Disponibilização de recursos federais e estaduais para investimento no setor; 2. Existência do Programa de Melhorias Sanitárias desenvolvido pela FUNASA para as habitações; 3. Cobrança de taxa para operação e manutenção do sistema.	- Informações comerciais - Informações financeiras -Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Esgotamento Sanitário - Qualidade do esgoto bruto e tratado	1. Ausência de leis de regulamentação municipal; 2. Ausência de controle e planejamento; 3. Rejeição da população referente a criação da taxa tarifária.

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

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

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	1. Existência de fossas sépticas; 2. Realização do serviço de limpeza de fossas; 3. Ausência de cobrança pelo serviço limpa fossa.	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Esgotamento Sanitário - Qualidade do esgoto bruto e tratado	1. Ausência de rede coletora; 2. Predominância da utilização de fossas rudimentares; 2. Lançamento dos dejetos em valas de infiltração sem nenhum tratamento prévio; 3. Existência de lançamento de esgotos a céu aberto; 4. Demora na prestação do serviço limpa fossa; 5. Disposição final inadequada dos dejetos do carro limpa fossa; 6. Inexistência de banheiros em algumas residências; 7. Existência de banheiros em condições precárias; 8. Reuso águas servidas de forma inadequada.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	1. Disponibilização de recursos federais e estaduais para investimento no setor; 2. Existência do Programa de Melhorias Sanitárias desenvolvido pela FUNASA para as habitações. 3. Existência de recursos para implantação de programas de educação ambiental e sanitária através da FUNASA	- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Esgotamento Sanitário - Qualidade do esgoto bruto e tratado	1. Redução de recursos federais e estaduais para investimento no setor; 2. Ausência de leis de regulamentação municipal; 3. Ausência de controle e planejamento;

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

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, se faz necessário 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 Maxaranguape, enquanto a **Tabela 9** se volta para os sistemas da Zona Rural, ambas

com o enfoque de propiciar a análise das forças, fraquezas (ambiente interno) e das oportunidades e ameaças (ambiente externo) identificadas.

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

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	- Existência de caracterização dos RSU; 90% de cobertura na coleta dos RSU, - Coleta de RCC, podas, capinação; - Varrição de vias públicas e locais feiras livres; - Destinação adequada de resíduos RSS; - Destinação adequada de cerca de 80% dos RSU (aterro da região metropolitana de Natal); - Existência de lixeira nas vias pública (centro da cidade). - Desenvolvimento de campanhas educacionais para preservação do meio ambiente e conservação da limpeza urbana.	- 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	- Disposição inadequada dos RCC e dos resíduos de podas e capinação; - Disposição inadequada de RSU; - Ausência de coleta seletiva; - Inexistência de cooperativas; - Ausências de Ecopontos e/ou PEVs; - Inexistência do controle das despesas para realização do serviço; - Ausência de utilização de EPI pelos garis; - Ausência de realização de treinamentos; - Baixa estrutura operacional.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	- Priorização na captação de recursos federais pela execução de coleta seletiva; - Inserção em consorcio regional para destinação adequada de resíduos; - Possibilidade de Projeto de Modernização dos Sistemas Públicos de Coleta, Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos. - Possibilidade de construção de usinas de reciclagem para geração de emprego e renda	- 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	- Diminuição de repasses de recursos federais e estaduais; - Ausência de incentivos para criação de cooperativas.

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

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

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	1. Existência de caracterização dos RSU; 2. Elevada de cobertura na coleta dos RSU, 3. Coleta de RCC, podas, capinação; 4. Varrição de vias públicas e locais feiras livres; 5. Destinação adequada de resíduos RSS; 6. Isolamento da área do aterro controlado.	- Caracterização dos Resíduos Sólidos municipal - Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos - Cooperativas e Associações - Mecanismos de Cooperação com outros entes federados	1. Ausência de coleta de resíduos domiciliares nas localidades mais afastadas e isoladas; 2. Destinação inadequada dos RS (queima, aterra e descarta em terrenos baldios); 3. Menor frequência de coleta (1x por semana) 4. Não existe cooperativa de catadores; 5. Ausência de coleta seletiva; 6. Destinação inadequada dos resíduos rurais.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	1. Priorização na captação de recursos federais pela execução de coleta seletiva; 2. Inserção em consorcio regional para destinação adequada de resíduos; 3. Possibilidade de Projeto de Modernização dos Sistemas Públicos de Coleta, Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos. 4. Possibilidade de criação de usinas de reciclagem e reuso dos resíduos sólidos, gerando emprego e renda.	- Caracterização dos Resíduos Sólidos municipal - Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos - Cooperativas e Associações - Mecanismos de Cooperação com outros entes federados	1. Diminuição de repasses de recursos federais e estaduais; 2. Ausência de incentivos para criação de cooperativas.

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

2.6 MATRIZ SWOT MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Na análise estratégica dos sistemas que compõem a infraestrutura e serviço de saneamento básico municipal, se faz necessário 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 Maxaranguape, enquanto a **Tabela 11** se volta para os sistemas da Zona Rural, ambas com o enfoque de propiciar a análise das forças, fraquezas (ambiente interno) e das oportunidades e ameaças (ambiente externo) identificadas.

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

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	1. Relevo favorece a construção de equipamentos de drenagem por escoamento superficial; 2. Existência de dispositivos de Microdrenagem; 3. Existência de limpeza das sarjetas frequentemente; 4. Canalização de córregos e pequenos trechos de Riachos em Caraúbas e Maracajaú; 5. Existência de passagens molhadas. 6. Solo extremamente permeável, com alto coeficiente de infiltração.	- Bacias e sub bacias hidrográficas - Precipitações e deflúvio superficial - Estrutura de drenagem e manejo das águas pluviais - Identificação de áreas de risco	1. Prevalência de pavimentos impermeáveis; 2. Existência de grandes áreas sem pavimentação; 3. Ausência de infraestrutura de drenagem na maior parte das áreas urbanas; 4. Ausência de programação dos serviços de manutenção e limpeza das estruturas de drenagem existentes; 5. Lançamento de esgotos nos elementos da microdrenagem; 6. Existência de pontos de alagamento; 7. Baixa existência de áreas arborizadas.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	1. Existência de convênios do Ministério das Cidades para Pavimentação com Drenagem Superficial de ruas.	- Bacias e sub bacias hidrográficas - Precipitações e deflúvio superficial - Estrutura de drenagem e manejo das águas pluviais - Identificação de áreas de risco	1. Diminuição de repasses de recursos federais e estaduais; 2. Contribuição de outras bacias hidrográficas; 3. Ocorrência de eventos chuvosos intensos.

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

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

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	1. Pavimentação das ruas na comunidade rural de Dom Marcolino; 2. Implantação de sarjetas nas comunidades pavimentadas. 3. Elevada capacidade de infiltração no solo para águas pluviais;	- Bacias e sub bacias hidrográficas - Precipitações e deflúvio superficial - Estrutura de drenagem e manejo das águas pluviais - Identificação de áreas de risco	1. Existência de pontos críticos de alagamentos nas estradas de algumas comunidades. 2. Inexistência de equipamentos de drenagem
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	1. Existência de convênios do Ministério das Cidades para Pavimentação com Drenagem Superficial de ruas; 2. Existência de convênios do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para Recuperação de estradas vicinais e construção de passagens molhadas; 3. Existência de convênios do DNOCS para obras estruturantes envolvendo recuperação e construção de passagens molhadas e construção de pontilhão.	- Bacias e sub bacias hidrográficas - Precipitações e deflúvio superficial - Estrutura de drenagem e manejo das águas pluviais - Identificação de áreas de risco	1. Diminuição de repasses de recursos federais e estaduais; 2. Contribuição de outras bacias hidrográficas; 3. Ocorrência de eventos chuvosos intensos.

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

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 a melhoria da saúde pública municipal, é muito pertinente, tendo em vista que essa metodologia possibilita uma análise de risco quanto as 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 Maxaranguape, e avaliado com o uso da metodologia de Análise SWOT, a qual possibilitou a construção das matrizes que expressam as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças para o setor do saneamento básico municipal, foi possível construir o planejamento de um cenário futuro, para o qual foram postos objetivos e metas para alcance dos princípios estabelecidos pela Lei nº 11.445/2007, sendo priorizadas a identificação e sistematização das principais expectativas manifestadas pela população a respeito dos cenários futuros a serem construídos, além dos critérios técnicos, que compatibilizados permitiram construir uma escala de primazia entre os objetivos.

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

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

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				Prioridade
	Imediato	Curto			Médio	Longo			
	2018 a 2021	2022 a 2025			2026 a 2029	2030 a 2037			
Código sanitário	Inexistente	Deverá ser elaborado em conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade Local	Elaborar o código sanitário	Elaborar o código sanitário até dezembro de 2020	X				
Política Municipal de Saneamento Básico	Existente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade Local	Atualizar	Analisar e atualizar a lei sempre que ocorrer alteração nas Legislações Federais e Estaduais, assim como quando houver mudança significativa na realidade local.	X				
Plano Diretor	Existente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade Local	Atualizar	Analisar e atualizar conforme mudanças nas legislações federais e estaduais, assim como também periodicamente.	X				
Código do Meio Ambiente	Inexistente	Deverá ser elaborado em conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade Local	Elaborar o código de meio ambiente	Elaborar o código de meio ambiente até dezembro de 2020	X				
Código de Obras	Existente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade Local	Manter adequado e atualizado	Analisar e atualizar conforme mudanças nas legislações federais e estaduais, assim como também periodicamente.	X				

Lei de Uso e Parcelamento do Solo Urbano	Inexistente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade Local	Elaborar Lei de uso e ocupação do solo	Elaborar Lei de uso e ocupação do solo até dezembro de 2020	X				
Legislação tributária	Existente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade Local	Manter adequado e atualizado	Analisar e atualizar conforme mudanças nas legislações federais e estaduais, assim como também periodicamente.	X				
Lei de criação dos distritos e comunidades	Existente	Conformidade com a Lei Orgânica	Manter adequado e atualizado	Analisar e atualizar conforme mudanças nas legislações federais e estaduais, assim como também periodicamente.	X				
Regulamentação da prestação dos serviços de água e esgotos	Existente	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade Local	Manter adequado e atualizado	Analisar e atualizar conforme mudanças nas legislações federais e estaduais, assim como também periodicamente.	X				
Regulamentação da prestação dos coleta e manuseio dos resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais	Inexistente	Deverá ser elaborado em conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade Local	Elaborar o código sanitário	Elaborar o código sanitário até dezembro de 2020	X				

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

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	
					2018 a 2021	2022 a 2025	2026 a 2029	2030 a 2037	
Cobertura	88%	100%	Universalizar o fornecimento de água	Ampliação da área de cobertura com execução de obras que contemplem um horizonte de 20 anos	100%	100%	100%	100%	
Cadastro das unidades	85%	100%	Atualização cadastral dos usuários seguida do mapeamento das redes de abastecimento existentes	Realização de um amplo recadastramento e mapeamento de redes	90%	100%	100%	100%	
Índice de micromedição	49,7%	100%	Instalação de micro medidores em 100% dos usuários e macro medidores em todos os poços tubulares de captação de água.	Atingir 100% de micromedição e macromedição além da substituição periódica dos hidrômetros	50%	80%	100%	100%	
Potabilidade da água	Conforme	Conformidade com os padrões do anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde	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%	
Índice de perda	50,10%	Máximo 25%	Alcançar e manter o máximo 25% de perda	Reduzir o índice de perdas até ficar menor ou igual a 25%	- 5% ao ano	- 5% ao ano	≤ 25%	≤ 25%	
Inadimplência	24%	0%	Eliminar a inadimplência	Reduzir a inadimplência a 0%	- 4% ao ano	- 4% ao ano	0%	0%	

Produção de água/Demanda	2,19	1	Corrigir as distorções, desperdícios, uso clandestino, vazamentos, proporcionando a população o volume adequado e potável de água.	Implementar políticas que visem diminuir o desperdício, uso clandestino e vazamentos, introduzindo campanhas educativas e a mobilização social.	Atender	Manter	Manter	Manter	
Manutenção da infraestrutura do sistema	Não atende	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	Manter em condições operacionais a infraestrutura do sistema	Alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Em adequação	Atende	Atende	Atende	

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

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

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				Prioridade
	Imediato	Curto			Médio	Longo			
	2018 a 2021	2022 a 2025			2026 a 2029	2030 a 2037			
Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água – Zona Rural	Atendimento Adequado								
Cobertura	75%	100%	Operacionalizar os sistemas existentes para implantação de ordenamento e levantamento da cobertura atual	Incorporar os atuais sistemas rurais de fornecimento de água para o SAAE, no intuito de aprimorar e ampliar a cobertura	80%	100%	100%	100%	
Cadastro das unidades	0%	100%	Incorporar os sistemas existentes ao SAAE para cadastramento dos usuários	Incorporar os sistemas existentes ao SAAE para cadastramento dos usuários	50%	100%	100%	100%	
Índice de micromedicação	0%	100%	Garantir universalização de micromedicação	Atingir 100% de micromedicação e macromedicação além da substituição periódica dos hidrômetros	30%	60%	100%	100%	

Potabilidade da água	Não atende	Conformidade com os padrões do Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde	Incorporar os sistemas existentes ao SAAE para implantação de equipamentos de tratamento seguido de um plano de amostras para análise da água	Manter as condições de potabilidade da água fornecida	50%	100%	100%	100%	
Índice de perda	Indefinido	Máximo 25%	Alcançar e manter o máximo 25% de perda	Reduzir o índice de perdas até ficar menor ou igual a 25%	Obter índice de perda para a zona rural	- 5% ao ano	- 5% ao ano	≤ 25%	
Inadimplência	Não se aplica	0%	Incorporar os sistemas existentes para operacionalização do SAAE, introduzindo a cobrança pelo uso da água com uma política tarifária condizente com as comunidades rurais	Reduzir a inadimplência a 0%	Introduzir cobrança na Zona Rural	- 4% ao ano	- 4% ao ano	0%	
Produção de água/Demanda	Indefinido	1	Incorporar os sistemas existentes ao SAAE para adequações das redes e ampliação do volume ofertado de água para toda a população rural	Implementar políticas que visem diminuir o desperdício, uso clandestino e vazamentos, introduzindo campanhas educativas e a mobilização social.	Atender	Manter	Manter	Manter	
Manutenção da infraestrutura do sistema	Indefinido	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	Adequar os sistemas com as manutenções e ampliações necessárias.	Alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Em adequação	Em adequação	Atende	Atende	

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

Tabela 15 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de esgotamento sanitário da Zona Urbana.

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						Prioridade
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				
	Imediato	Curto			Médio	Longo			
	2018 a 2021	2022 a 2025			2026 a 2029	2030 a 2037			
Situação do serviço e infraestrutura de esgotamento sanitário – Zona Urbana	Atendimento Adequado								
Cobertura	0,00%	100%	Atingir e manter a universalização do sistema coletivo de esgotamento sanitário	Cobrir 100% da zona urbana com sistema coletivo de esgotamento sanitário e manter após universalização	15%	40%	70%	100%	
Adequação de banheiros	Indefinido	100% dos banheiros adequados, conforme padrão estabelecido pela FUNASA	Atingir e manter adequação de todos os banheiros das habitações urbanas	Obter recursos da FUNASA, para atingir 100% de adequação nas habitações urbanas	50%	80%	100%	100%	
Qualidade do esgoto tratado	Indefinido	Conformidade com as condições e padrões de lançamento de efluentes da Resolução CONAMA nº 430/2011.	Atender às condições e padrões de lançamento de efluentes da Resolução CONAMA nº 430/2011.	Realizar monitoramento da qualidade do efluente tratado, de acordo com as exigências do órgão ambiental competente	15%	40%	70%	100%	
Destinação final adequada	0%	100% do esgoto coletado seja destinado conforme legislação vigente	Garantir a destinação adequada do esgoto tratado	Adequar os sistemas de tratamento para atingir eficiência adequada a destinação final do esgoto.	15%	40%	70%	100%	
Reúso do esgoto tratado	0%	100% do esgoto tratado utilizado para reúso em conformidade com o licenciamento ambiental.	Atingir 100% do esgoto tratado utilizado para reúso em conformidade com o licenciamento ambiental.	Destinar 100% do esgoto tratado em conformidade para reúso.	20%	50%	80%	100%	

Manutenção adequada da infraestrutura do sistema	Não atende	Realizar manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	Manter em condições operacionais a infraestrutura do sistema	Alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Em adequação	33%	66%	Atendimento pleno	
--	------------	---	--	---	--------------	-----	-----	-------------------	--

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

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

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						Prioridade
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				
	Imediato	Curto			Médio	Longo			
	2018 a 2021	2022 a 2025			2026 a 2029	2030 a 2037			
Cobertura	0%	100%	Atingir e manter a universalização do sistema coletivo de esgotamento sanitário	Ampliar a cobertura do sistema coletivo e individual de esgotamento sanitário e manter após universalização	20%	50%	100%	100%	
Adequação de banheiros	Indefinido	100% dos banheiros adequados, conforme normas e legislação aplicáveis.	Atingir e manter adequação de todos os banheiros das habitações do município	Obter recursos e/ou parcerias com os governos estaduais, federais e demais órgãos de apoio ao saneamento básico para atingir 100% de adequação para todas as habitações do município	100%	100%	100%	100%	
Tratamento de esgoto	Indefinido	Tratar o esgoto com tecnologias apropriadas para a realidade local	Realizar o tratamento do esgoto para evitar contaminação do solo e das águas subterrâneas	Desenvolver projetos para tratamento de esgotos compatíveis com a realidade local	100%	100%	100%	100%	
Destinação final adequada	Indefinido	100% do esgoto tratado seja destinado conforme Normas Técnicas e legislação vigente	Garantir a destinação adequada do esgoto tratado	Atender aos critérios das Normas Técnicas e da Legislação vigente	100%	100%	100%	100%	

Reúso do esgoto tratado	0%	100% do esgoto tratado utilizado para reúso em conformidade com o licenciamento ambiental.	Atingir 100% do esgoto tratado utilizado para reúso em conformidade com o licenciamento ambiental.	Fomentar o reúso da água pela população através de técnicas simples e compatíveis com a realidade local	30%	50%	100%	100%	
Manutenção adequada da infraestrutura do sistema	Indefinido	Realizar manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	Manter em condições operacionais a infraestrutura do sistema	Alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Em adequação	Atende	Atende	Atende	

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

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						
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				Prioridade
	Imediato	Curto			Médio	Longo			
	2018 a 2021	2022 a 2025			2026 a 2029	2030 a 2037			
Cobertura da coleta de RSU	90%	100% de atendimento	Alcançar e manter a universalização do atendimento	Coletar os RSU em toda a área urbana. Adequando a oferta de serviço com a expansão urbana e a taxa e/ou tarifa suficiente para arcar com os despesas	90%	100%	100%	100%	
Cobertura do serviço de coleta seletiva porta a porta	0%	100%	Implantar a coleta seletiva no município	Iniciar o serviço de coleta de recicláveis por bairros.	50%	100%	100%	100%	

Destinação adequada RS	80% destinados ao aterro sanitário metropolitano de natal. 20% indevidamente destinados nas diversas áreas do município (aterrado, queimado, descartado em zonas rurais, terrenos baldios)	100%	Destinar adequadamente os RS	1.Disposição final em aterros sanitários de todo rejeito; 2.Destinação adequada do material reciclável e reaproveitamento; 3.Destinação adequada dos RSS; 4.Destinação adequada dos RCD.	90%	100%	100%	100%	
Cobertura do serviço limpeza pública	80%	100%	Alcançar e manter a universalização do atendimento	Alcançar e manter a universalização do atendimento	90%	100%	100%	100%	
Per capita de produção de RS	1,3 kg/hab.dia	Redução contínua da produção	Reduzir a produção de resíduos sólidos	Criar programas de conscientização da população para alcançar a redução contínua da geração dos RSU	- 1% ao ano	- 1,5% ao ano	- 2% ao ano	- 2,5% ao ano	
Associação de catadores	Não existe	Existência de Associação	Implantar associação de catadores	Criar associação de catadores até dezembro de 2020	Criar	Manter	Manter	Manter	
Manutenção da infraestrutura do sistema	Não atende	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema	Manter em condições operacionais a infraestrutura do sistema	Alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Em adequação	Atende	Atende	Atende	

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

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

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						Prioridade
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				
	Imediato	Curto			Médio	Longo			
	2018 a 2021	2022 a 2025			2026 a 2029	2030 a 2037			
Cobertura da coleta de RSU	70%	100% de atendimento	Alcançar e manter a universalização do atendimento	1-Coletar os RSU em toda a área rural. 2- Implantar a oferta de serviço a expansão rural	80%	100%	100%	100%	
Cobertura do serviço de coleta seletiva porta a porta	0%	100%	Implantar a coleta seletiva no município	Iniciar o serviço de coleta de recicláveis por comunidades	30%	70%	100%	100%	
Destinação adequada RS	70% destinados ao aterro sanitário metropolitano de natal. 30% não coletados e destinados indevidamente, quer sejam: aterrados, queimados e descartados terrenos baldios)	100%	Destinar adequadamente os RS	1.Disposição final em aterros sanitários de todo rejeito; 2.Destinação adequada do material reciclável e reaproveitamento; 3.Destinação adequada dos RSS; 4.Destinação adequada dos RCD.	80%	100%	100%	100%	
Cobertura do serviço limpeza pública	60%	100%	Alcançar e manter a universalização do atendimento	Alcançar e manter a universalização do atendimento	70%	80%	90%	100%	
Per capita de produção de RS	Indefinido	Redução continua da produção	Reduzir a produção de resíduos sólidos	Criar programas de conscientização da população para alcançar a redução contínua da geração dos RSU	- 1% ao ano	- 1,5% ao ano	- 2% ao ano	- 2,5% ao ano	

Manutenção da infraestrutura do sistema	Não atende	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema	Manter em condições operacionais a infraestrutura do sistema	Alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Em adequação	Atende	Atende	Atende	
---	------------	--	--	---	--------------	--------	--------	--------	--

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

Tabela 19 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de manejo das águas pluviais da Zona Urbana.

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				Prioridade
	Imediato	Curto			Médio	Longo			
	2018 a 2021	2022 a 2025			2026 a 2029	2030 a 2037			
Cobertura de Pavimentação	45%	100%	Atingir 100% da pavimentação e manter conforme a expansão urbana.	Alcançar plenitude da pavimentação e manter conforme expansão urbana até curto prazo.	55%	85%	100%	100%	
Ocorrência de alagamento nos 5 anos anteriores	Existência de pontos alagamentos	Ausência de pontos de alagamento	Eliminar os pontos de alagamento	Estruturar o sistema para não ocorrer alagamentos em curto prazo	55%	85%	100%	100%	
Manutenção da infraestrutura do sistema	Não atende	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	Manter em condições operacionais a infraestrutura do sistema	Alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Em adequação	Atende	Atende	Atende	

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

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

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						Prioridade
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				
	Imediato	Curto			Médio	Longo			
	2018 a 2021	2022 a 2025			2026 a 2029	2030 a 2037			
Alagamentos críticos	Existente	Ausência de pontos críticos de alagamentos	Eliminar todos os pontos críticos de acumulação de água nos acessos das comunidades rurais	Implantar medidas estruturantes adequadas para solucionar os problemas de alagamento	30%	60%	100%	100%	
Pavimentação	Estima-se que cerca de 10% das ruas principais das comunidades rurais estejam pavimentadas	Pavimentação nas ruas principais de 100% das comunidades	Melhorar as condições de rodagem para o fluxo de pessoas e veículos em segurança	Executar pavimentação nas ruas principais de todas as comunidades em até 2025	20%	50%	80%	100%	
Manutenção da infraestrutura do sistema	Não atende	Realizar manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema	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	Atende	Atende	Atende	

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

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, munícipes, agentes públicos e privados, bem como ao público em geral.

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

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

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

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

acordo com as legislações em vigor, 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 necessário além da verificação realizada na Etapa de diagnóstico, a compatibilização com as legislações municipais existentes, visto que, no tocante as esferas Constitucional, Federal e Estadual, os mandamentos normativos se demonstram complementares e integrativos, restando a compatibilização ser realizada tão somente perante o arcabouço jurídico-normativo municipal.

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

Analisando o diagnóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Maxaranguape, 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 Maxaranguape, somente possui sancionadas a Lei Orgânica Municipal cujo nº. 001/2001, a Lei Complementar nº 001, de 19 de junho de 2006, que institui o Plano Diretor do Município, e a Lei nº 708, de 16 de dezembro de 2014, que dispõe sobre a política municipal de saneamento básico, cria o Conselho Municipal de Saneamento e o Fundo Municipal de Saneamento, A Lei Complementar nº 002 de 18 de dezembro de 2017 Institui o Código de Obras e Edificações do Município de Maxaranguape/RN que tratam sobre a matéria.

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

O mesmo ocorre com a Lei Complementar nº 001/2006, a Lei nº 708/2014 e a Lei Complementar nº 002/2017 que preveem direitos e garantias sobre ações que atingem

direta ou tangencialmente a questão do saneamento, mas que precisam de ampla revisão seguida de uma atualização, como forma de aprimorar os mecanismos de desenvolvimento para as ações de saneamento básico.

A) No que trata do Plano Diretor do Município de Maxaranguape, existe a previsão legal da instituição do mesmo conforme a Lei Orgânica Municipal, mas o referido plano não foi aprovado.

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

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

B) No que trata do Plano Diretor do Município de Maxaranguape, cumpre observar que as suas diretrizes encontram-se compatíveis com as legislações em vigor sobre a matéria, contudo faz-se imperativo sua revisão e/ou atualização para melhor aproveitamento das soluções técnicas a serem propostas em razão do já existente planejamento municipal e normativos federais e estaduais.

Resta observar, no entanto, que a Lei Municipal nº708/2014 que trata sobre a política municipal de saneamento básico do município de Maxaranguape, encontra-se desatualizada e pendente de diversos mecanismos e instrumentos para sua maior efetividade.

Esta normativa traz alguns conflitos em relação às normas do saneamento em nível Federal, precisando de sua adequação.

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 inexistência de Leis, políticas e programas atualizados atinentes as legislações de âmbitos estadual e federal acarreta em conflitos e perdas de eficiência que podem ocasionar sérios danos ao meio ambiente do município, tornando 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 Maxaranguape, desenvolva sua organização administrativa, para inserir dentro da Secretaria de Planejamento/Obras/Meio Ambiente/Saúde/Etc. um Departamento/Divisão/Coordenadoria/Unidade/Etc. 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, 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 Maxaranguape 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 encontram-se divididas 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.

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.

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 facilitado 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, recaíam prejuízo aos municípios que não aderissem ao mesmo³.

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

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

Assim, no Município de Maxaranguape os serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário são prestados atualmente pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE.

Da mesma maneira em que os serviços de manejo de resíduos sólidos e as obras de drenagem, são prestados pela secretaria municipal de infraestrutura e mobilidade urbana, 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

²Idem, p. 72.

³ Idem. p. 73.

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

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

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

4.1.1.1 Prestação Municipal Direta

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

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

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

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

No caso da empresa municipal, formada seja como Companhia Municipal, Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE, Serviço de coleta de Resíduos Municipal, Empresa de Drenagem Municipal, etc., a independência administrativa se demonstra um

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.

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 Assú e Consórcio Público Regional de Saneamento da Região do Mato Grande: São consórcios voltados para o abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

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

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

4.1.1.5 Prestação por Agentes Privados

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

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

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

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

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

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

⁹Vargas, Marcelo Coutinho, Lima, Roverbal Francisco de, Concessões privadas de saneamento no Brasil: bom negócio para quem?. p. 76. Disponível em:<

<http://www.scielo.br/pdf/%0D/asoc/v7n2/24688.pdf>> Acesso em 29/05/2017.

¹⁰ Idem 76

4.1.1.6 Da escolha do município

Em razão das análises realizadas anteriormente, e das respostas possíveis de serem extraídas do diagnóstico previamente realizado o Município de Maxaranguape, indica a sua orientação pelo modelo de prestação atual onde os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário são executados pelo SAAE assim como os serviços de coleta de RSU e drenagem das águas pluviais são realizados pela secretaria municipal de infraestrutura e mobilidade urbana.

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 por que 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 à agentes do Mercado¹², jamais poderá prover frutos caso não haja uma bem formada atividade regulatória.

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

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

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

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 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.

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.

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 Maxaranguape 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.

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

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

¹⁴ idem. p.36.

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

- I - padrões e indicadores de qualidade da prestação dos serviços;
- II - requisitos operacionais e de manutenção dos sistemas;
- III - as metas progressivas de expansão e de qualidade dos serviços e os respectivos prazos;
- V - regime, estrutura e níveis tarifários, bem como os procedimentos e prazos de sua fixação, reajuste e revisão;
- V - medição, faturamento e cobrança de serviços;
- VI - monitoramento dos custos;
- VII - avaliação da eficiência e eficácia dos serviços prestados;
- VIII - plano de contas e mecanismos de informação, auditoria e certificação;
- IX - subsídios tarifários e não tarifários;
- X - padrões de atendimento ao público e mecanismos de participação e informação;
- XI - medidas de contingências e de emergências, inclusive racionamento;

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

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

Art. 23. [...]

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Nesta opção, uma autarquia já constituída nos moldes de Agência Reguladora por outro Município poderia ser nomeada através de delegação, desde que 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 à todos os municípios do estado. A utilização desta opção na escolha do ente regulador atende os critérios principiológicos delimitados.

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

Cumprе ressaltar que esta ação consorciada se torna uma opção importante quando existe na prestação do serviço, em qualquer ação do saneamento, abastecimento de

água, esgotamento sanitário, coleta e tratamento de resíduos sólidos ou mesmo escoamento de águas pluviais, a possibilidade de efetivação através de gestão associada ou prestação regionalizada dos serviços - Art. 24 da Lei Federal nº 11.445/2007.

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

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

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

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

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

Frente a estas opções que se assentam de maneira geral entre assumir a regulação e fiscalização através de órgão autárquico da sua estrutura administrativa ou de delegar a outra entidade com mesmas características de autonomia dentro dos limites territoriais do Estado do Rio Grande do Norte, o Município de Maxaranguape indica como mais apropriada a provável constituição de consórcio público.

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 Maxaranguape já definiu a sua estrutura e aprovou a sua criação através da Lei Municipal nº 708/2014.

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

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.

trazido pela Lei Federal 11.445/2007, uma ação facilitadora na implementação e desenvolvimento do saneamento básico.

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

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

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

4.1.2 Da criação da Política Municipal de Saneamento Básico

Atendidas as indicações, ou sendo desenvolvidas outras soluções após realizado o controle social (audiências, conferências, etc.), sobre os arranjos institucionais e políticos, resta ao Município de Maxaranguape 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 atualizada através de Projeto de Lei Municipal como forma de aprimorar a legislação vigente e compatibilizar com as demais legislações de âmbito estadual e federal, no qual são competentes para a proposição os vereadores constituintes da Câmara Municipal de Maxaranguape 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 do 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 Maxaranguape, ao longo de 20 anos, é necessário avaliar as demandas atuais e futuras, fazendo-se indispensável para isso visualizar a projeção de crescimento populacional urbano e rural do município.

4.2.1.1 Metodologia

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

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

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

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

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

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

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

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

Assim:

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

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

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

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

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

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

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

Por partir do pressuposto linear entre o crescimento da população da área maior e o crescimento da população da área menor, o método AiBi não é capaz de gerar estimadores consistentes quando a área maior e a área menor apresentam direções de crescimento populacional opostas. No caso do município de Maxaranguape, 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 2037, 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 2037 o processo até a projeção do município foi refeito. Desta forma foi possível obter a projeção de todos os municípios do Estado do Rio Grande do Norte, para os próximos 20 anos a contar do ano de 2018.

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

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

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

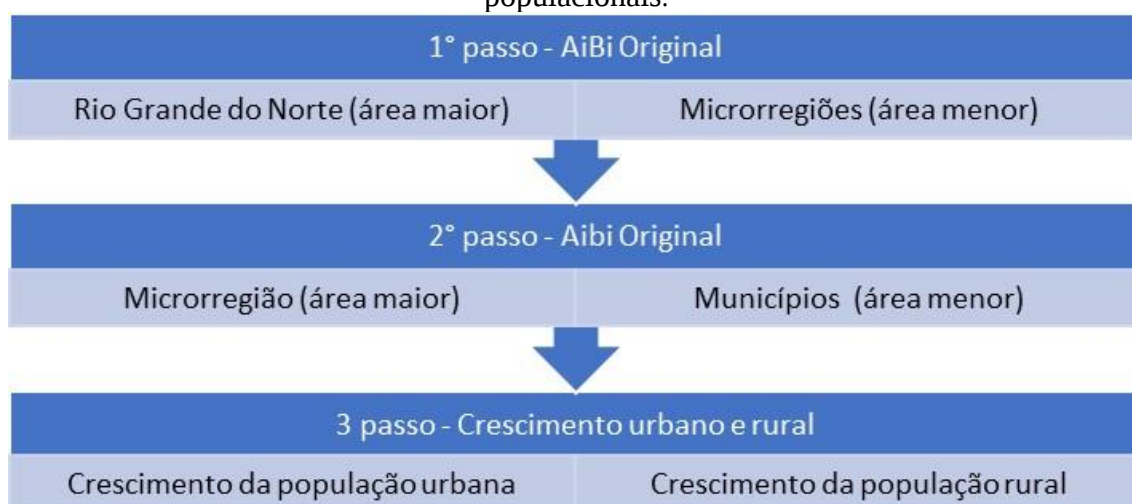
$$r = \ln\left(\frac{R^{t+1}}{R^t}\right) \quad (8)$$

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

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

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

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

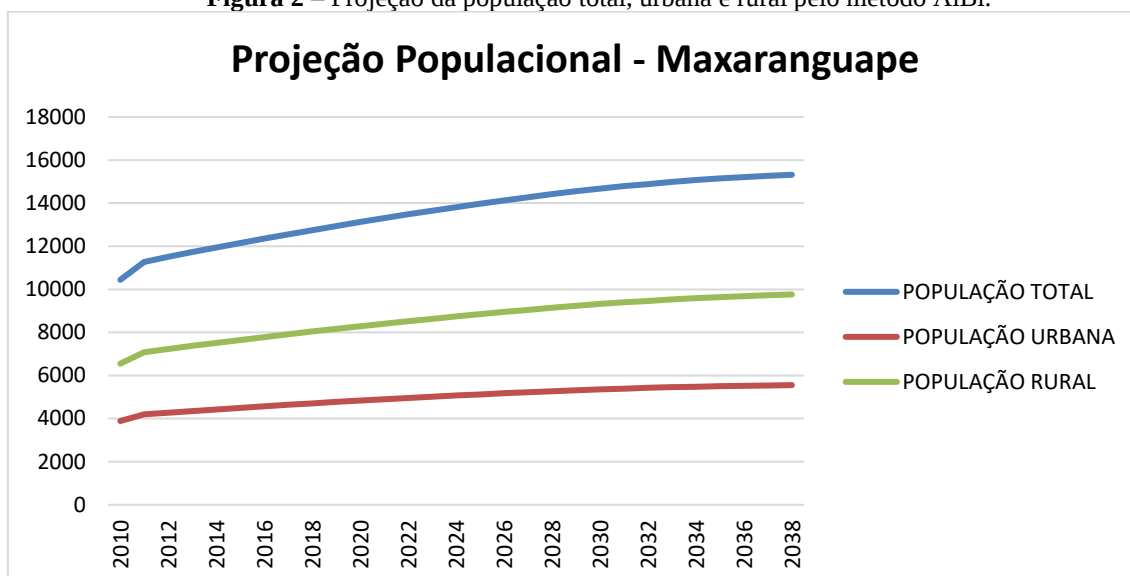


Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN.

4.2.1.2 Estimativa Populacional do Município de Maxaranguape

Os valores das populações projetadas pelo método AiBi para os anos de 2010 a 2038 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.

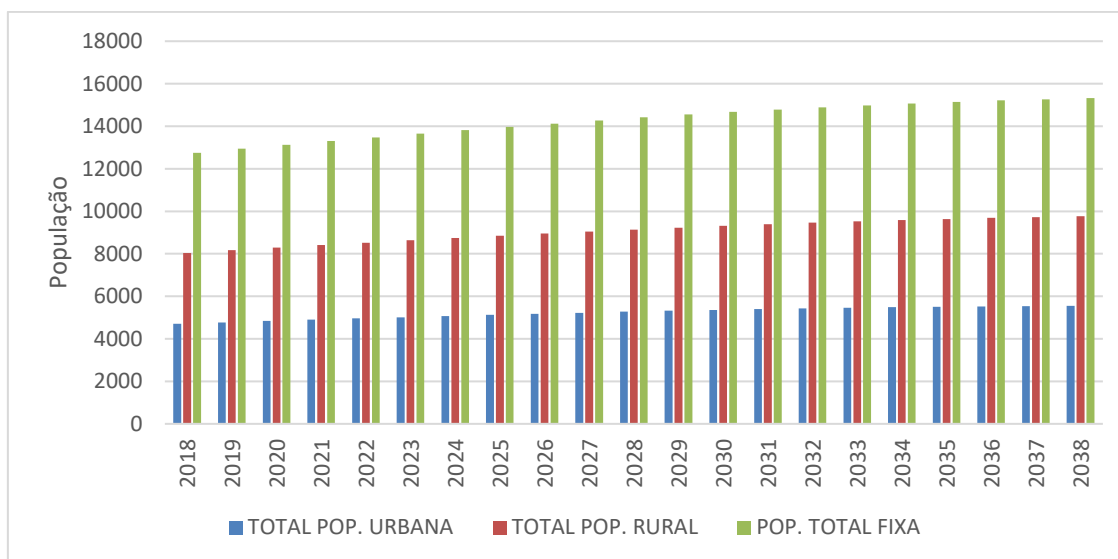
Tabela 21 – Estimativa populacional do Município de Maxaranguape.

ANO	TOTAL		POP. TOTAL FIXA	ANO	TOTAL		POP. TOTAL FIXA
	POP. URBANA	POP. RURAL			POP. URBANA	POP. RURAL	
2018	4708	8041	12750	2029	5317	9233	14550
2019	4774	8166	12939	2030	5360	9319	14679
2020	4837	8287	13124	2031	5395	9393	14788
2021	4899	8406	13304	2032	5427	9463	14890
2022	4958	8521	13479	2033	5457	9527	14984
2023	5016	8633	13649	2034	5483	9586	15069
2024	5072	8742	13814	2035	5506	9639	15145
2025	5125	8848	13973	2036	5526	9687	15212
2026	5177	8949	14126	2037	5542	9728	15270
2027	5226	9048	14273	2038	5555	9764	15319
2028	5273	9142	14415				

Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN.

Segundo os dados apresentados na **Tabela 21** é possível observar uma tendência de crescimento acelerado da população urbana e rural durante todo o horizonte de planejamento. Na **Figura 3** possível observar a evolução da projeção populacional, conforme discutido acima.

Figura 3 – Evolução da população do Município Maxaranguape



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN.

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 Maxaranguape aconteça de forma coerente para todo o território.

Tabela 22 – Informações sobre unidades de planejamento

Nome da unidade de planejamento	Tipo de unidade de planejamento	Distância em relação à sede municipal	Coordenadas geográficas	Distribuição espacial das residências		Nº de residências			População		
				Aglomerada < 50 m	Dispersa > 50 m	Urbana	Rural	Data da contagem	Urbana	Rural	Data da contagem
Maxaranguape	Sede	0km	5°31'08.63" S, 35°15'28.76" W	X		2245		NOV. 2017	5042		NOV. 2017
Caraúbas	Distrito	8,28Km	5°27'33.68" S, 35°17'29.05" W	X			867	NOV. 2017		2100	NOV. 2017
Maracajaú	Distrito	15,00km	5°24'33.73" S, 35°18'43.84" W	X			1275	NOV. 2017		2900	NOV. 2017
Assentamento São José	Assentamento	12,65km	5°29'14.30" S, 35°17'38.83" S	X			48	NOV. 2017		288	NOV. 2017
Assentamento Novo horizonte	Assentamento	14,15km	5°28'59.96" S, 35°19'44.64" W	X			114	NOV. 2017		570	NOV. 2017
Riacho d'água	Comunidade	21,45km	5°27'30.87" S, 35°23'14.55" W	X			137	NOV. 2017		357	NOV. 2017
Dom Marcolino	Distrito	22,95km	5°27'19.38" S, 35°23'58.82" W	X			292	NOV. 2017		771	NOV. 2017
Assentamento Vale Verde	Assentamento	26,50km	5°27'34.23" S, 35°26'39.04" W	X			46	NOV. 2017		198	NOV. 2017
Assentamento Nova Vida II	Assentamento	27,40km	5°27'44.85" S, 35°27'03.18" W	X			150	NOV. 2017		554	NOV. 2017
São Lourenço	Comunidade	34,55km	5°28'04.94" S, 35°29'08.25" W	X			39	NOV. 2017		99	NOV. 2017
Santa Ana	Comunidade	29,57km	5°28'55.22" S, 35°29'22.43" W	X			48	NOV. 2017		192	NOV. 2017

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

O município de Maxaranguape estabelece o parcelamento e condições de uso de seu território através do Plano Diretor, dentre as várias instruções contidas no mesmo destacamos:

- Título I – Da Política Urbana" que trata da política urbana, com suas Diretrizes Gerais, Objetivos e Princípios Fundamentais, bem como dos instrumentos integrantes da mesma;
- Título II – Do Zoneamento Urbano e Ambiental" que estabelece a demarcação do Macrozoneamento do Município e suas Áreas Especiais, sendo elas:
 - I. zona urbana;
 - II. zona de expansão urbana;
 - III. zona de interesse rural.
- Título III – Das Diretrizes Setoriais" que define guias relativas ao desenvolvimento econômico (atividades industriais, comerciais e serviços; turismo, esporte e lazer; atividade agropecuária e pesca);
- Título IV – Do Uso e Ocupação do Solo" que cuida das prescrições urbanísticas, dos usos e ocupações diferenciados (conjuntos habitacionais, condomínios urbanísticos, empreendimentos turísticos, polos atratores de veículos geradores de sobrecarga na estrutura e dos empreendimentos de impacto ambiental) e do parcelamento do solo

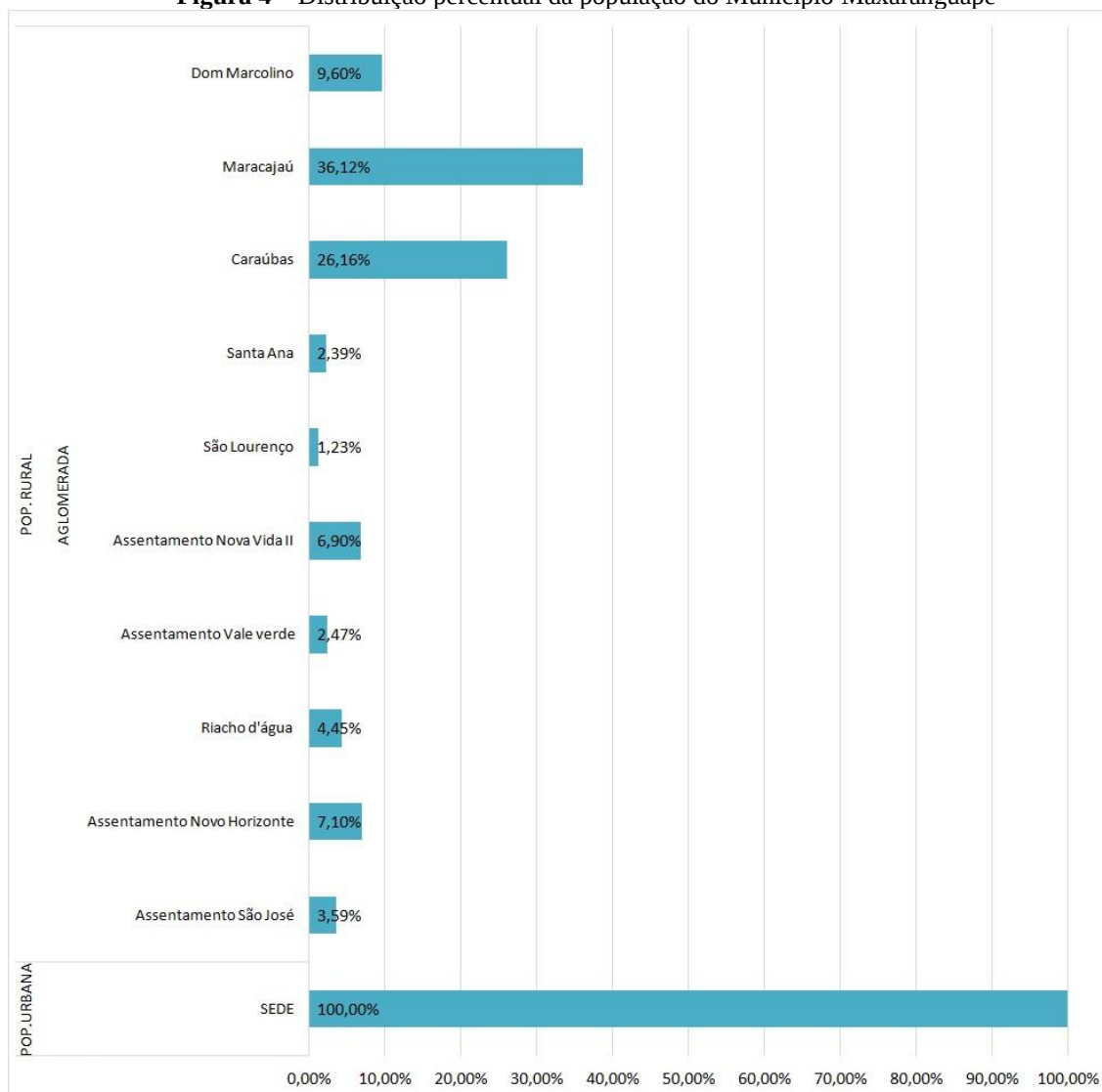
TÍTULO II DO ZONEAMENTO URBANO E AMBIENTAL Capítulo I DO MACROZONEAMENTO Art.31. O macrozoneamento condiciona o uso e ocupação do solo no território municipal dividindo-o nas seguintes macrozonas, sendo delimitado nos Mapas 1 a 4 em anexo. I - zona urbana; II - zona de expansão urbana; III - zona de interesse rural. Art.32. Zona Urbana: é aquela já ocupada, decorrente do processo de urbanização, com características propícias a diversos usos, com infra-estrutura básica já instalada e sistema viário definido, que permite a intensificação controlada do uso do solo. Parágrafo único. Considera-se infra-estrutura básica a existência de pelo menos três dos seguintes equipamentos urbanos: abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de águas pluviais, distribuição de energia elétrica e as vias de circulação pavimentada ou não. Art.33. Zona de Expansão Urbana: é aquela ainda não submetida a processo de urbanização, com baixa densidade e com sistema viário projetado, que

permite a instalação de infraestrutura ou possua programas ou projetos voltados a essa finalidade. Art.34. Zona de Interesse Rural: é aquela que, por suas características naturais, destina-se ao uso e ocupação do solo por populações rurais, dedicadas à produção agropecuária e a outras atividades afins; e que, por sua importância estratégica, deve ter suas dinâmicas e identidade cultural preservadas.

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

Por consequência da indisponibilidade de série histórica que possibilite a projeção populacional ser estimada para cada unidade de planejamento, será utilizada a distribuição percentual da população total fixa, urbana e rural, para cada unidade de planejamento (**Figura 4**), construída a partir dos dados do levantamento de campo realizado pela equipe de trabalho.

Figura 4 – Distribuição percentual da população do Município Maxaranguape



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN.

Considerando a distribuição percentual da população municipal da Figura 4, é possível estimar a projeção populacional para cada unidade de planejamento, conforme apresentado na **Tabela 23**, distribuindo-se percentualmente a variação incremental identificada na metodologia aplicada na projeção da população total, urbana e rural.

Tabela 23 – Estimativa da evolução da população do Município Maxaranguape

ANO	POP. URBANA	POP URBANA TOTAL FIXA	POP. RURAL										POP. RURAL TOTAL FIXA	POP. TOTAL FIXA
	SEDE		AGLOMERADA											
			Assentamento São José	Assentamento Novo Horizonte	Riacho d'água	Assentamento Vale verde	Assentamento Nova Vida II	São Lourenço	Santa Ana	Caratúbas	Maracajau	Dom Marcolino		
2018	4708	4708	288	571	358	198	555	99	192	2103	2904	772	8041	12749
2019	4774	4774	293	580	363	201	563	101	195	2136	2949	784	8166	12940
2020	4837	4837	297	588	368	204	572	102	198	2167	2993	796	8287	13124
2021	4899	4899	302	597	374	207	580	104	201	2199	3036	807	8406	13305
2022	4958	4958	306	605	379	210	588	105	204	2229	3078	818	8521	13479
2023	5016	5016	310	613	384	213	596	106	206	2258	3118	829	8633	13649
2024	5072	5072	314	621	389	216	603	108	209	2286	3158	839	8742	13814
2025	5125	5125	317	628	393	218	611	109	212	2314	3196	850	8848	13973
2026	5177	5177	321	635	398	221	617	110	214	2341	3232	859	8949	14126
2027	5226	5226	325	642	402	223	624	112	216	2367	3268	869	9048	14274
2028	5273	5273	328	649	406	225	631	113	219	2391	3302	878	9142	14415
2029	5317	5317	331	655	411	228	637	114	221	2415	3335	887	9233	14550
2030	5360	5360	334	662	414	230	643	115	223	2437	3366	895	9319	14679
2031	5395	5395	337	667	418	232	648	116	225	2457	3393	902	9393	14788
2032	5427	5427	339	672	421	233	653	117	226	2475	3418	909	9463	14890
2033	5457	5457	342	676	424	235	657	117	228	2492	3441	915	9527	14984
2034	5483	5483	344	681	426	236	661	118	229	2507	3462	921	9586	15069
2035	5506	5506	346	684	429	238	665	119	231	2521	3482	926	9639	15145
2036	5526	5526	347	688	431	239	668	119	232	2534	3499	930	9687	15213
2037	5542	5542	349	691	433	240	671	120	233	2544	3514	934	9728	15270
2038	5555	5555	350	693	434	241	674	120	233	2554	3527	938	9764	15319

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

4.2.2 Estimativa da População Flutuante do Município de Maxaranguape

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

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

No Município de Maxaranguape a população flutuante decorre da existência das chamadas segunda residências ou casas de veraneio em sua região litorânea, ou seja, na sede, em Maracajaú e Caraúbas. Tal população ocupa as citadas localidades, sobretudo nos meses de Janeiro e Fevereiro (até o carnaval) exercendo demanda sazonal sobre as infraestruturas de saneamento local. A população flutuante estimada para o município em tela é de xxxx habitantes.

4.2.3 Estimativa populacional do sistema regionalizado de abastecimento de água Maxaranguape

Não há sistema regionalizado no município.

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

O município em apreço, integra o consórcio da região metropolitana de Natal, a qual conforme Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte, apresenta uma estimativa populacional de 1.567.166 habitantes e 1.962.288 habitantes nos anos de 2020 e 2030 respectivamente.

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

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

Para o município de Maxaranguape, 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.

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

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

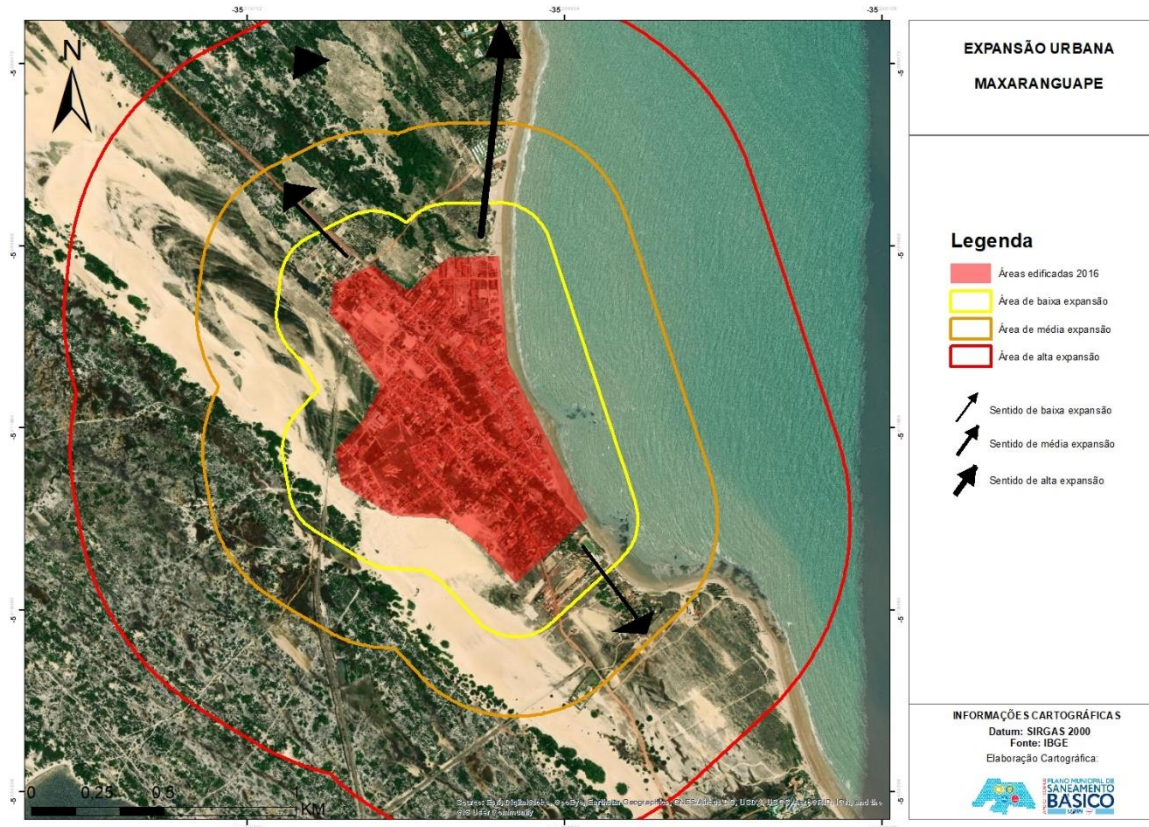
Para cada faixa de área gerada no *Buffer* é atribuído um nível, onde quanto mais próximo do polígono de Áreas Edificadas menor será o nível de expansão:

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

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

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

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



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2019.

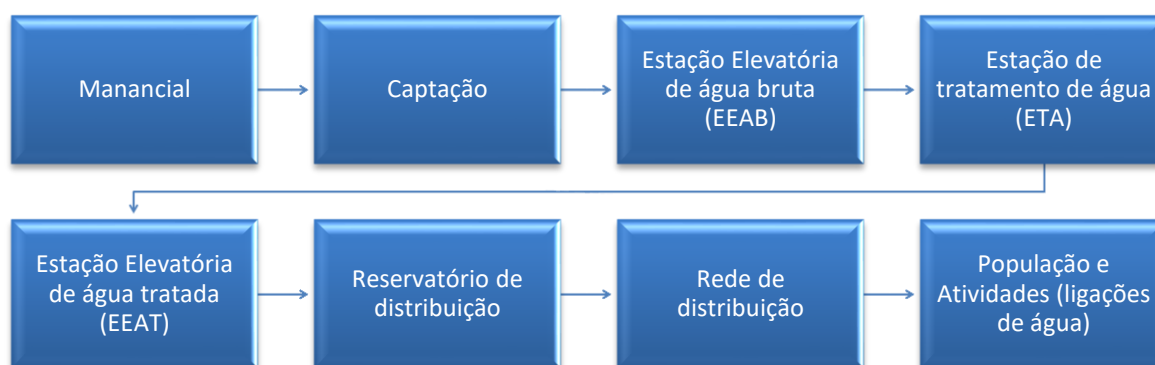
A presença de corpos hídricos na área de média expansão corrobora a necessidade de que a expansão seja associada à ampliação da infraestrutura de saneamento básico, de modo a

evitar o comprometimento da qualidade dos recursos hídricos e a proliferação de vetores transmissores de doenças.

4.3 INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O Sistema de Abastecimento de Água (SAA) compreende o processo que vai desde o manancial de captação, até a distribuição da água tratada para cada uma das economias do sistema. Dentro do processo de captação, produção de água tratada, reservação e distribuição, existem aspectos mais relevantes que precisarão de atenção especial para o planejamento do sistema. A Figura 6 tem representados os componentes de um sistema de abastecimento de água.

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



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN.

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 Maxaranguape (Tabela 26) 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 Maxaranguape possuía em outubro de 2017 um total de 3.995 ligações cadastradas, sendo 3.126 economias ligadas, cerca de 2.998 ligações de água ativas e 859 ligações inativas (SAAE – Maxaranguape). Identificou-se ainda, que as 3.126 economias cadastradas ativas em todo município estavam distribuídas da seguinte forma:

- Maxaranguape (sede) 1.860 economias ativas;
- Caraúbas 537 economias ativas;
- Maracajaú 736 economias ativas.

Com base nesses dados, podemos identificar que 27,5% das ligações cadastradas não estão efetivamente ligadas a rede de distribuição. Essa constatação pode significar que uma parcela das ligações inativas pode estar realizando ligações clandestinas para consumo não faturado de água do sistema de abastecimento de água. Deste modo, é de fundamental importância prever ação, de prazo imediato, para verificação das ligações cadastradas inativas, de modo a verificar as causas do seu desligamento e as possíveis ligações clandestinas, executando a reativação das mesmas, segundo consentimento dos usuários, para garantia do pleno atendimento das ligações cadastradas, que demandam consumo, no sistema.

Tendo o objetivo de identificar o déficit de ligações para cada uma dessas localidades, foi calculada a diferença entre o número de imóveis em cada uma das localidades com rede de abastecimento e o número de economias cadastradas ligadas ao sistema de abastecimento de água. Deste modo, considerando o número de residências existentes nas localidades:

Tabela 24 - Déficit de ligações no município de Maxaranguape

Nome da unidade de planejamento	Número de imóveis existentes	Número de economias cadastradas	Déficit de ligações
Maxaranguape	2245	1.860	385
Caraúbas	867	537	330
Maracajaú	1275	736	539
Assentamento São José	48	0	48
Assentamento Novo horizonte	114	0	114
Riacho d'água	137	0	137
Dom Marcolino	292	0	292
Assentamento Vale Verde	46	0	46
Assentamento Nova Vida	150	0	150

II			
São Lourenço	39	0	39
Santa Ana	48	0	48

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

Conforme a Tabela 24 estima-se que há um déficit de 2.128 ligações para composição cadastral dos usuários, desta forma garantindo o atendimento integral das populações dessas localidades. Já no que se refere a sede, o déficit identificado foi de 385 ligações. Para as comunidades que não possuem rede de abastecimento de água instalada, o déficit de ligações corresponde ao número absoluto de residências implantadas.

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

Já 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 3,74 (taxa de adensamento urbano). No que se refere a estimativa do déficit do número de ligações de água nas comunidades rurais que serão atendidas por rede de abastecimento de água, obteve-se os seguintes valores para taxa de adensamento rural através divisão da população de cada comunidade pelo número de residências:

- Caraúbas: 2,42
- Maracajaú: 2,27
- Assentamento São José: 6,00
- Assentamento Novo horizonte: 5,00
- Riacho d'água: 2,61
- Dom Marcolino: 2,64
- Assentamento Vale Verde: 4,30
- Assentamento Nova Vida II: 3,69
- São Lourenço: 2,54
- Santa Ana: 4,00

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 25 e Tabela 26).

Tabela 25 – Número de Ligações nas localidades urbanas a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.

ANO	POP. URBANA		
	SEDE		
	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano
2018	4708	1261	385
2019	4774	1278	17
2020	4837	1295	17
2021	4899	1296	1
2022	4958	1297	1
2023	5016	1298	1
2024	5072	1299	1
2025	5125	1300	1
2026	5177	1301	1
2027	5226	1302	1
2028	5273	1303	1
2029	5317	1304	1
2030	5360	1305	1
2031	5395	1306	1
2032	5427	1307	1
2033	5457	1308	1
2034	5483	1309	1
2035	5506	1310	1
2036	5526	1311	1
2037	5542	1312	1
2038	5555	1313	1

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

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

ANO	POP. RURAL														
	AGLOMERADA														
	Caraúbas			Maracajaú			Assentamento São José			Assentamento Novo horizonte			Riacho d'água		
	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	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano
2018	2103	869	0	2904	1277	0	288	49	0	571	115	0	358	138	0
2019	2136	882	13	2949	1297	20	293	50	1	580	116	1	363	139	1
2020	2167	895	13	2993	1316	19	297	51	1	588	117	1	368	140	1
2021	2199	908	13	3036	1335	19	302	52	1	597	118	1	374	141	1
2022	2229	921	13	3078	1354	19	306	53	1	605	119	1	379	142	1
2023	2258	933	12	3118	1371	17	310	54	1	613	120	1	384	143	1
2024	2286	944	11	3158	1389	18	314	55	1	621	121	1	389	144	1
2025	2314	956	12	3196	1406	17	317	56	1	628	122	1	393	145	1
2026	2341	967	11	3232	1422	16	321	57	1	635	123	1	398	146	1
2027	2367	978	11	3268	1437	15	325	58	1	642	124	1	402	147	1
2028	2391	988	10	3302	1452	15	328	59	1	649	125	1	406	148	1
2029	2415	998	10	3335	1467	15	331	60	1	655	126	1	411	149	1
2030	2437	1007	9	3366	1480	13	334	61	1	662	127	1	414	150	1
2031	2457	1015	8	3393	1492	12	337	62	1	667	128	1	418	151	1
2032	2475	1022	7	3418	1503	11	339	63	1	672	129	1	421	152	1
2033	2492	1029	7	3441	1513	10	342	64	1	676	130	1	424	153	1
2034	2507	1036	7	3462	1523	10	344	65	1	681	131	1	426	154	1
2035	2521	1041	5	3482	1531	8	346	66	1	684	132	1	429	155	1
2036	2534	1047	6	3499	1539	8	347	67	1	688	133	1	431	156	1
2037	2544	1051	4	3514	1545	6	349	68	1	691	134	1	433	157	1
2038	2554	1055	4	3527	1551	6	350	69	1	693	135	1	434	158	1

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

ANO	POP. RURAL														
	AGLOMERADA														
	Dom Marcolino			Assentamento Vale Verde			São Lourenço			Santa Ana			Assentamento Nova Vida II		
	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	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano
2018	772	293	0	198	47	0	99	40	0	192	49	0	555	151	0
2019	784	297	4	201	48	1	101	41	1	195	50	1	563	152	1
2020	796	302	5	204	49	1	102	42	1	198	51	1	572	153	1
2021	807	306	4	207	50	1	104	43	1	201	52	1	580	154	1
2022	818	310	4	210	51	1	105	44	1	204	53	1	588	155	1
2023	829	314	4	213	52	1	106	45	1	206	54	1	596	156	1
2024	839	318	4	216	53	1	108	46	1	209	55	1	603	157	1
2025	850	322	4	218	54	1	109	47	1	212	56	1	611	158	1
2026	859	326	4	221	55	1	110	48	1	214	57	1	617	159	1
2027	869	330	4	223	56	1	112	49	1	216	58	1	624	160	1
2028	878	333	3	225	57	1	113	50	1	219	59	1	631	161	1
2029	887	336	3	228	58	1	114	51	1	221	60	1	637	162	1
2030	895	339	3	230	59	1	115	52	1	223	61	1	643	163	1
2031	902	342	3	232	60	1	116	53	1	225	62	1	648	164	1
2032	909	345	3	233	61	1	117	54	1	226	63	1	653	165	1
2033	915	347	2	235	62	1	117	55	1	228	64	1	657	166	1
2034	921	349	2	236	63	1	118	56	1	229	65	1	661	167	1
2035	926	351	2	238	64	1	119	57	1	231	66	1	665	168	1
2036	930	353	2	239	65	1	119	58	1	232	67	1	668	169	1
2037	934	354	1	240	66	1	120	59	1	233	68	1	671	170	1
2038	938	356	2	241	67	1	120	60	1	233	69	1	674	171	1

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

Considera-se uma meta imediata o atendimento do déficit de ligação dos sistemas de Maxaranguape, Caraúbas e Maracajaú, bem como o cadastramento das economias ligadas nas comunidades, São Jose, Novo Horizonte, Riacho D'Água, Dom Marcolino Dantas, Vale Verde, São Lourenço e Santa Ana, as quais não possuem atualmente sistema deficitário 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 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 25 e Tabela 26.

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 e nas saídas de poços de todas as redes existentes.

Conforme identificado no Diagnóstico Técnico-Participativo, no Município de Maxaranguape observa-se que o déficit de hidrometração da área urbana era de 50,10% em outubro de 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 1.545 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 Maxaranguape.

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 Maxaranguape, 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 Maxaranguape, observa-se a necessidade de implantar a extensão de rede para as ruas Paraíso da Fonseca, Santa Fé 01, Mauro Xavier, projetada no conjunto babado novo, adequação nos bairros de nova Maxaranguape, Pantanal, Veranistas e Beira Rio. Já nos distritos de Caraúbas e Maracajaú deverá ser realizado levantamento das redes atuais existentes para promoção de sua

readequação e ampliação afim de torná-las capazes para um atendimento adequado das demandas, observamos que para todas as comunidades rurais que possuem sistemas de abastecimento de água próprios operados pelos usuários faz-se imprescindível estudo de viabilidade e adequação das mesmas.

Para estimar a extensão de rede necessária para ampliação do abastecimento no Município de Maxaranguape, considerou-se 10 metros de rede/ligação na sede, 30 metros de rede/ligação para as comunidades aglomeradas. Destaca-se que não foram identificadas comunidades.

Considera-se uma meta imediata o atendimento do déficit de ligação dos sistemas Maxaranguape, Caraúbas, Maracajaú, bem como a elaboração de estudo de viabilidade para adequação dos sistemas deficitários das comunidades São Jose, Novo Horizonte, Riacho D'Água, Dom Marcolino Dantas, Vale Verde, Nova Vida, São Lourenço e Santa Ana, as quais possuem atualmente sistema de abastecimento com rede de distribuição ineficientes.

Define-se, por conseguinte, como meta de curto prazo, o atendimento aos seguintes déficits:

- Maxaranguape: redes subdimensionadas (principalmente por diâmetros insuficientes), na localidade de Nova Maxaranguape (quilombo) e na área dos veranistas, ocorrência elevada de ligações clandestinas, falta de pavimentação ou obras de urbanização interferem para o aumento destas ligações. Este conjunto de falhas acarretam perdas elevadas no sistema e constantemente há falta de água nestas localidades, problemas semelhantes ocorrem na localidade do babado novo porém em menor número de reclamações.
- Caraúbas: redes subdimensionadas (principalmente por diâmetros insuficientes), nas partes periféricas ocorrência elevada de ligações clandestinas, falta de pavimentação ou obras de urbanização interferem para o aumento destas ligações. Este conjunto de falhas acarretam perdas elevadas no sistema e constantemente há falta de água nestas localidades. Há inclusive incidência de tubulação da rede dentro de terrenos privados ocupados irregularmente em grande parte.
- Maracajaú: redes subdimensionadas (principalmente por diâmetros insuficientes), na localidade de Conjunto São Luiz, ocorrência elevada de ligações clandestinas, incidência de tubulação da rede exposta devido a predominância de dunas moveis nesta localidade, falta de pavimentação ou obras de urbanização interferem para o aumento destas ligações. Este conjunto de falhas acarretam perdas elevadas no sistema

e constantemente há falta de água nestas localidades, problemas semelhantes ocorrem na rua São Luiz.

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 25 e Tabela 26.

As localidades rurais São Jose, Novo Horizonte, Riacho D'Água, Dom Marcolino Dantas, Vale Verde, Nova Vida, São Lourenço e Santa Ana do município de Maxaranguape apresentam suas populações de saturação no início de plano. Deste modo, para aquelas que estão sendo previstas redes de distribuição a serem implantadas, adotou-se o crescimento de pelo menos 1 ligação de água por ano para cada comunidade, ressaltando-se quando da implantação de novas residências ou loteamentos futuros não previstos. Caso ocorra mudança no comportamento evolutivo da população, nas futuras revisões do plano deve ser avaliada nova prospectiva. Na Tabela 29, apresentam-se as extensões de rede necessárias para atender as localidades rurais, bem como ano previsto para sua implantação.

Tabela 28 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população urbana.

ANO	POPULAÇÃO URBANA		
	SEDE		
	Extensão atual da Rede (km)		18,60
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)
2018	18,92	320	-
2019	19,17	250	570
2020	19,43	261	831
2021	19,44	10	841
2022	19,46	20	861
2023	19,47	10	871
2024	19,49	21	892
2025	19,50	10	902
2026	19,52	21	923
2027	19,53	10	933
2028	19,55	20	953
2029	19,56	10	963
2030	19,58	21	984
2031	19,59	10	994
2032	19,61	21	1015
2033	19,62	10	1025
2034	19,64	20	1045
2035	19,65	10	1055
2036	19,67	21	1076
2037	19,68	10	1086
2038	19,70	21	1107

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB
Prospectiva e Planejamento Estratégico



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

ANO	POPULAÇÃO RURAL														
	AGLOMERADA														
	Caraúbas			Maracajaú			Assentamento São José			Assentamento Novo horizonte			Riacho d'água		
	Extensão atual da Rede (km)		25,71	Extensão atual da Rede (km)		38,31	Extensão atual da Rede (km)		1,47	Extensão atual da Rede (km)		3,45	Extensão atual da Rede (km)		4,14
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano (m)	Aumento da Rede (m)
2018	26,07	360		38,31	0		1,47	0		3,45	0		4,14	0	
2019	26,46	391	751	38,91	600	600	1,5	30	30	3,48	30	30	4,17	31	31
2020	26,85	391	1142	39,48	570	1170	1,53	30	60	3,51	30	60	4,2	31	62
2021	27,24	390	1532	40,05	570	1740	1,56	30	90	3,54	31	91	4,23	31	93
2022	27,63	391	1923	40,62	570	2310	1,59	30	120	3,57	30	121	4,26	30	123
2023	27,99	360	2283	41,13	511	2821	1,62	30	150	3,6	31	152	4,29	31	154
2024	28,32	331	2614	41,67	540	3361	1,65	30	180	3,63	30	182	4,32	31	185
2025	28,68	360	2974	42,18	510	3871	1,68	30	210	3,66	31	213	4,35	30	215
2026	29,01	331	3305	42,66	480	4351	1,71	30	240	3,69	30	243	4,38	31	246
2027	29,34	330	3635	43,11	451	4802	1,74	30	270	3,72	31	274	4,41	31	277
2028	29,64	301	3936	43,56	451	5253	1,77	30	300	3,75	30	304	4,44	31	308
2029	29,94	301	4237	44,01	450	5703	1,8	30	330	3,78	30	334	4,47	30	338
2030	30,21	270	4507	44,4	391	6094	1,83	30	360	3,81	31	365	4,5	31	369
2031	30,45	240	4747	44,76	360	6454	1,86	30	390	3,84	30	395	4,53	31	400
2032	30,66	211	4958	45,09	331	6785	1,89	30	420	3,87	31	426	4,56	30	430
2033	30,87	211	5169	45,39	300	7085	1,92	30	450	3,9	30	456	4,59	31	461
2034	31,08	210	5379	45,69	300	7385	1,95	30	480	3,93	31	487	4,62	31	492
2035	31,23	151	5530	45,93	241	7626	1,98	30	510	3,96	30	517	4,65	31	523
2036	31,41	180	5710	46,17	241	7867	2,01	30	540	3,99	31	548	4,68	30	553
2037	31,53	121	5831	46,35	180	8047	2,04	31	571	4,02	30	578	4,71	31	584
2038	31,65	120	5951	46,53	180	8227	2,07	30	601	4,05	31	609	4,74	31	615

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB
Prospectiva e Planejamento Estratégico



Tabela 30 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural (Continuação)

ANO	POPULAÇÃO RURAL														
	AGLOMERADA														
	Dom Marcolino			Assentamento Vale Verde			São Lourenço			Santa Ana			Assentamento Nova Vida II		
	Extensão atual da Rede (km)		8,79	Extensão atual da Rede (km)		2,35	Extensão atual da Rede (km)		2	Extensão atual da Rede (km)		2,45	Extensão atual da Rede (km)		7,55
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede a cada ano (m)	Aumento da Rede (m)
2018	8,79	0		2,35	0		2	0		2,45	0		7,55	0	
2019	8,91	121	121	2,4	50	50	2,05	50	50	2,5	50	50	7,6	50	50
2020	9,06	150	271	2,45	51	101	2,1	51	101	2,55	50	100	7,65	51	101
2021	9,18	120	391	2,5	50	151	2,15	50	151	2,6	51	151	7,7	50	151
2022	9,3	121	512	2,55	50	201	2,2	51	202	2,65	50	201	7,75	50	201
2023	9,42	120	632	2,6	51	252	2,25	50	252	2,7	51	252	7,8	50	251
2024	9,54	120	752	2,65	50	302	2,3	50	302	2,75	50	302	7,85	50	301
2025	9,66	121	873	2,7	51	353	2,35	51	353	2,8	50	352	7,9	51	352
2026	9,78	120	993	2,75	50	403	2,4	50	403	2,85	51	403	7,95	50	402
2027	9,9	121	1114	2,8	50	453	2,45	51	454	2,9	50	453	8	50	452
2028	9,99	90	1204	2,85	51	504	2,5	50	504	2,95	51	504	8,05	51	503
2029	10,08	90	1294	2,9	50	554	2,55	50	554	3	50	554	8,1	50	553
2030	10,17	90	1384	2,95	51	605	2,6	51	605	3,05	50	604	8,15	51	604
2031	10,26	90	1474	3	50	655	2,65	50	655	3,1	51	655	8,2	50	654
2032	10,35	90	1564	3,05	50	705	2,7	51	706	3,15	50	705	8,25	51	705
2033	10,41	61	1625	3,1	51	756	2,75	50	756	3,2	51	756	8,3	51	756
2034	10,47	61	1686	3,15	50	806	2,8	50	806	3,25	50	806	8,35	50	806
2035	10,53	60	1746	3,2	51	857	2,85	51	857	3,3	50	856	8,4	51	857
2036	10,59	61	1807	3,25	50	907	2,9	50	907	3,35	51	907	8,45	50	907
2037	10,62	30	1837	3,3	50	957	2,95	51	958	3,4	50	957	8,5	51	958
2038	10,68	61	1898	3,35	51	1008	3	50	1008	3,45	51	1008	8,55	51	1009

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

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 Maxaranguape, Maracajaú e Caraúbas, bem como a elaboração de estudo de viabilidade para adequação e/ou ampliação dos sistemas para atendimento das demandas das comunidades São Jose, Novo Horizonte, Riacho D'Água, Dom Marcolino Dantas, Vale Verde, Nova Vida, São Lourenço e Santa Ana, as quais possuem sistemas ineficientes atualmente de abastecimento com rede de distribuição operante.

Define-se, por conseguinte, como meta de curto prazo, o atendimento ao déficit de rede de distribuição dos sistemas, os quais necessitarão dos estudos supracitados. A partir da universalização do atendimento, o déficit anual deverá ser atendido conforme o surgimento das demandas, as quais são estimadas nas Tabela 28 e Tabela 29.

Conforme o Diagnostico Técnico Participativo deverão ser realizados estudos para dirimir os problemas de zonas com baixa pressão visando adoção imediata de ações para corrigir estas falhas existentes nas comunidades do babado novo, veranistas e Quilombo em Maxaranguape, problemas estes também evidenciados nas localidades de belo monte, final da rua da Macaíba e alto da rua Santa Rita no Distrito de Caraúbas, da mesma forma observamos as mesmas necessidades de intervenção para o conjunto São Luís, rua Albertino Gomes e rua Chácaras dos Anéis no distrito de Maracajaú, faz-se imprescindível também estudos complementares afim de caracterização de possíveis pontos para instalações de registros de manobras com objetivo de promover maior eficiência e operacionalização dos sistemas.

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 Maxaranguape em sua sede e para os distritos de Caraúbas e Maracajaú foi diagnosticado um índice de perdas de 50,10% no ano de 2017, de acordo com SAAE.

Com relação ao índice de perdas na distribuição, no SAA de Maxaranguape operado pelo SAAE do Município, levando em consideração a sede e os distritos de Caraúbas e Maracajaú, a perda de água por ausência de medição chega a um total de 50,10%. Na verdade, esta porcentagem poderá ainda ser mais elevado, se consideramos duas condições: a primeira, que o número de consumidores reconhecidos ativos para o SAAE são apenas os localizados na sede e nos distritos de Caraúbas e Maracajaú, correspondendo a 81,6% da população total do município de Maxaranguape, desprezando os outros distritos, comunidades e assentamentos.

Caso os distritos, comunidades e assentamentos fossem cadastrados poderia chegar a um maior número de ligações, no total de aproximadamente 874 equivalente a mais 28% de água produzida e não faturada. A segunda condição, é que as perdas de água também estão associadas a usos não autorizados (fraudes), erros de medição, vazamentos na rede de distribuição e vazamentos nos ramais até o ponto de medição do cliente.

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 Maxaranguape 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);

$Q_{\text{méd}}$ = 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.

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

Em que:

$V_{\text{reservatório}}$ = 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 Maxaranguape o consumo per capita identificado no diagnóstico foi de 193,49 L/hab.dia. Inexistindo meios para determinar os consumos, estes podem ser estimados conforme as diretrizes do Manual de Saneamento da FUNASA de 2015 (**Tabela 31** e Tabela 32).

Tabela 31 - 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 32 - 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 34** e na **Tabela 35**, 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 180,00 m³ de água, este volume se apresenta insuficiente para suporta a demanda atual, sendo adotada como medida de reforço para abastecimento de água o ligamento de mais 05 (cinco) conjuntos motobombas para atender a demanda, desta forma estima-se que há um déficit de 700,00m³ para reservação atual assim como também num horizonte de 10 anos. Deste modo, é necessária a construção de novos reservatórios para suprir a demanda não atendida. No que se refere aos demais localidades podemos observar os seguintes valores:

Tabela 33 - Informações sobre unidades de reservação de água

Localidade	Volume total (m³)
Caraúbas	50
Maracajaú	50
Dom Marcolino	40
Comunidade Riacho d'água	40
Comunidade São Lourenço	12
Assentamento Novo Horizonte II	30
Assentamento Vale Verde	30
Assentamento Nova Vida	40

Fonte: Comitê Executivo de Maxaranguape

Considerando a população de saturação, todos reservatórios das Comunidades acima listadas já se mostraram insuficientes, sendo, portanto, necessário obras de ampliação e/ou construção de novos reservatórios.

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 Maracajaú, Caraúbas, Maxaranguape, bem como a elaboração de estudo de viabilidade para implantação de sistema para atendimento das demandas das comunidades Riacho d'água, Santa Ana e São Lourenço, São José, Novo Horizonte II, Vale Verde e Nova Vida, as quais possuem atualmente sistemas insuficientes de abastecimento com redes de distribuição operantes, nestas localidades, 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 28, Tabela 29 e Tabela 31.

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 34 e na Tabela 35, 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 180,00 m³ de água, este volume se apresenta insuficiente para suporta a demanda desde já. Deste modo, é necessária a construção de novos reservatórios para suprir a demanda não atendida. No que se refere as comunidades rurais, nenhuma possui reservação suficiente para atender as demandas atuais. Considerando a população de saturação, os reservatórios destas Comunidades tendem a um agravamento nas condições de fornecimento de água, desta forma se faz fundamental a construção de novos reservatórios seguida de ampliações das redes atuais para normalização imediata e futura do fornecimento de água.

Tabela 34 - Demanda de reservação de água em função do crescimento natural da população urbana.

ANO	POPULAÇÃO URBANA					
	SEDE					
	Consumo per capita (m³/hab.dia)	120	K1			1,2
	População (hab)	Perdas na distribuição (%)	Demanda máxima diária (m³/dia)	Reservação necessária (m³)	Reservação existente (m³)	Superávit (+) / Déficit (-)
2018	4708	31%	677,952	225,984	180	-45,98
2019	4774	27%	687,456	229,152	180	-49,15
2020	4837	25%	696,528	232,176	180	-52,18
2021	4899	25%	705,456	235,152	180	-55,15
2022	4958	25%	713,952	237,984	180	-57,98
2023	5016	25%	722,304	240,768	180	-60,77
2024	5072	25%	730,368	243,456	180	-63,46
2025	5125	25%	738,000	246,000	180	-66,00
2026	5177	25%	745,488	248,496	180	-68,50
2027	5226	25%	752,544	250,848	180	-70,85
2028	5273	25%	759,312	253,104	180	-73,10
2029	5317	25%	765,648	255,216	180	-75,22
2030	5360	25%	771,840	257,280	180	-77,28
2031	5395	25%	776,880	258,960	180	-78,96
2032	5427	25%	781,488	260,496	180	-80,50
2033	5457	25%	785,808	261,936	180	-81,94
2034	5483	25%	789,552	263,184	180	-83,18
2035	5506	25%	792,864	264,288	180	-84,29
2036	5526	25%	795,744	265,248	180	-85,25
2037	5542	25%	798,048	266,016	180	-86,02
2038	5555	25%	799,920	266,640	180	-86,64

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

Tabela 35 - Demanda de reservação de água em função da população de saturação da Zona Rural.

POPULAÇÃO RURAL							
Localidade	Consumo per capita (l/hab.dia)	90	K1			1,2	
	População de saturação (hab)	Perdas na distribuição (%)	Demanda máxima diária (m³/dia)	Reservação necessária (m³)	Reservação existente (m³)	Superávit (+) / Déficit (-)	
AGLOMERADAS	Caraúbas	2554	15%	275,832	91,944	50,00	-41,944
	Maracajaú	3527	15%	380,880	126,960	50,00	-76,960
	Assentamento São José	350	15%	37,825	12,608	0,00	-12,608
	Assentamento Novo horizonte	693	15%	74,863	24,954	30,00	5,046
	Riacho d'água	434	15%	46,888	15,629	40,00	24,371
	Dom Marcolino	938	15%	101,262	33,754	40,00	6,246
	Assentamento Vale Verde	241	15%	26,005	8,668	30,00	21,332
	São Lourenço	120	15%	13,002	4,334	12,00	7,666
	Santa Ana	233	15%	25,217	8,406	0,00	-8,406
	Assentamento Nova Vida II	674	15%	72,761	24,254	40,00	15,746

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

É importante destacar que os reservatórios R1 na rua Quinze de Novembro e R2 na rua Paraíso da Fonseca ambos em Maxaranguape, R1 na rua da Macaíba no distrito de Caraúbas e R1 em Maracajaú, estão em fase de análise para emissão de laudo pericial das suas condições de estabilidade, todavia informamos que todos necessitam de reparos e/ou reabilitação devido a falhas visualmente aparentes que vão desde pintura a casos de deslocamento do concreto com exposição das armaduras e perda de seção do aço. Ressalta-se que todos os reservatórios deverão ser dotados de macromedidores, sistema de proteção contra descargas atmosféricas e sinalização de obstáculos. Para atendimento a NBR nº 12.217/1994, os componentes dos reservatórios (escadas de acesso, tubulações de entrada, saída e extravasor, dentre outros) precisam ser configurados de acordo com as recomendações contidas nesta norma. Outro aspecto constatado com frequência no diagnóstico realizado, foi da ausência de uma rotina de limpeza periódica dos reservatórios, tendo em vista remover a camada de lodo que se forma sobre toda superfície interna durante o período de operação, sendo imprescindível a implantação desta rotina para todos os reservatórios.

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

4.3.4 Estação elevatória de água tratada

Foi diagnosticada que os sistemas de bombeamento de todos os distritos abastecido pelo SAAE possuem capacidade instalada a partir dos poços PT02 com 18m³/h juntamente com PT03 de capacidade de 18m³/h, ambos fornecendo para R1 em Maxaranguape, PT05 com cerca de 35m³/h juntamente com PT08 com cerca de 16m³/h ambos fornecendo para R2 em Maxaranguape, PT06 com aproximadamente 16m³/h para R1 em Caraúbas e por fim os poços PT05 com aproximadamente 27m³/h juntamente com PT07 com cerca de 13m³/h ambos fornecendo para o reservatório único de Maracajaú de recalando uma vazão total de 143 m³/h, essa capacidade não é suficiente para atender toda a demanda, sendo necessário a inclusão de mais 11 poços para complementação da água nos sistemas.

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 Maxaranguape, é necessário estimar a vazão demandada, a partir da seguinte equação:

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

Em que:

Q = vazão (L/s);

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

P = população da área abastecida (hab);

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

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

86.400 = fator de conversão de dia para segundo.

Para os sistemas que possuam Estação de Tratamento de Água instalado, com tipo de tratamento que demande consumo de água para sua operação e manutenção, deve ser adicionado o consumo de água na ETA, que deve ser adicionado 5% a vazão demandada. Para

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

Considerando-se o planejamento voltado ao atendimento universalizado para toda a área do município a **Tabela 36** e a **Tabela 37** apresentam as demandas de água a ser captada e tratada para abastecimento da população do Município de Maxaranguape.

Tabela 36 - Demanda de água em função do crescimento natural da população urbana e universalização do serviço de abastecimento de água.

ANO	POPULAÇÃO URBANA					
	SEDE					
	Consumo per capita (L/hab.dia)	120	K1	1,2	Qesp (L/s)	0,0
	População (hab)	Perdas na distribuição (%)	Q (L/s)	Capacidade Instalada (L/s)	Superávit (+) / Déficit (-)	
2018	4708	31%	7,8467	61,94	54,0933	
2019	4774	27%	7,9567	61,94	53,9833	
2020	4837	25%	8,0617	61,94	53,8783	
2021	4899	25%	8,1650	61,94	53,7750	
2022	4958	25%	8,2633	61,94	53,6767	
2023	5016	25%	8,3600	61,94	53,5800	
2024	5072	25%	8,4533	61,94	53,4867	
2025	5125	25%	8,5417	61,94	53,3983	
2026	5177	25%	8,6283	61,94	53,3117	
2027	5226	25%	8,7100	61,94	53,2300	
2028	5273	25%	8,7883	61,94	53,1517	
2029	5317	25%	8,8617	61,94	53,0783	
2030	5360	25%	8,9333	61,94	53,0067	
2031	5395	25%	8,9917	61,94	52,9483	
2032	5427	25%	9,0450	61,94	52,8950	
2033	5457	25%	9,0950	61,94	52,8450	
2034	5483	25%	9,1383	61,94	52,8017	
2035	5506	25%	9,1767	61,94	52,7633	
2036	5526	25%	9,2100	61,94	52,7300	
2037	5542	25%	9,2367	61,94	52,7033	
2038	5555	25%	9,2583	61,94	52,6817	

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

Tabela 37 - Demanda de água em considerando a universalização do serviço de abastecimento de água em função da população de saturação da Zona Rural.

POPULAÇÃO RURAL						
Localidade	Consumo per capita (L/hab.dia)	90	K1	1,2	Qesp (L/s)	0,0
	População (hab)	Perdas na distribuição (%)	Q (L/s)	Capacidade Instalada (L/s)	Superávit (+) / Déficit (-)	
AGLOMERADAS	Caraúbas	2554	15%	3,19	11,991	8,799
	Maracajaú	3527	15%	4,41	19,722	15,314
	Assentamento São José	350	15%	0,44	0,278	-0,160
	Assentamento Novo horizonte	693	15%	0,87	0,741	-0,125
	Riacho d'água	434	15%	0,54	1,389	0,846
	Dom Marcolino	938	15%	1,17	2,917	1,745
	Assentamento Vale Verde	241	15%	0,30	0,463	0,162
	São Lourenço	120	15%	0,15	0,463	0,313
	Santa Ana	233	15%	0,29	0,370	0,078
	Assentamento Nova Vida II	674	15%	0,84	1,111	0,269

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

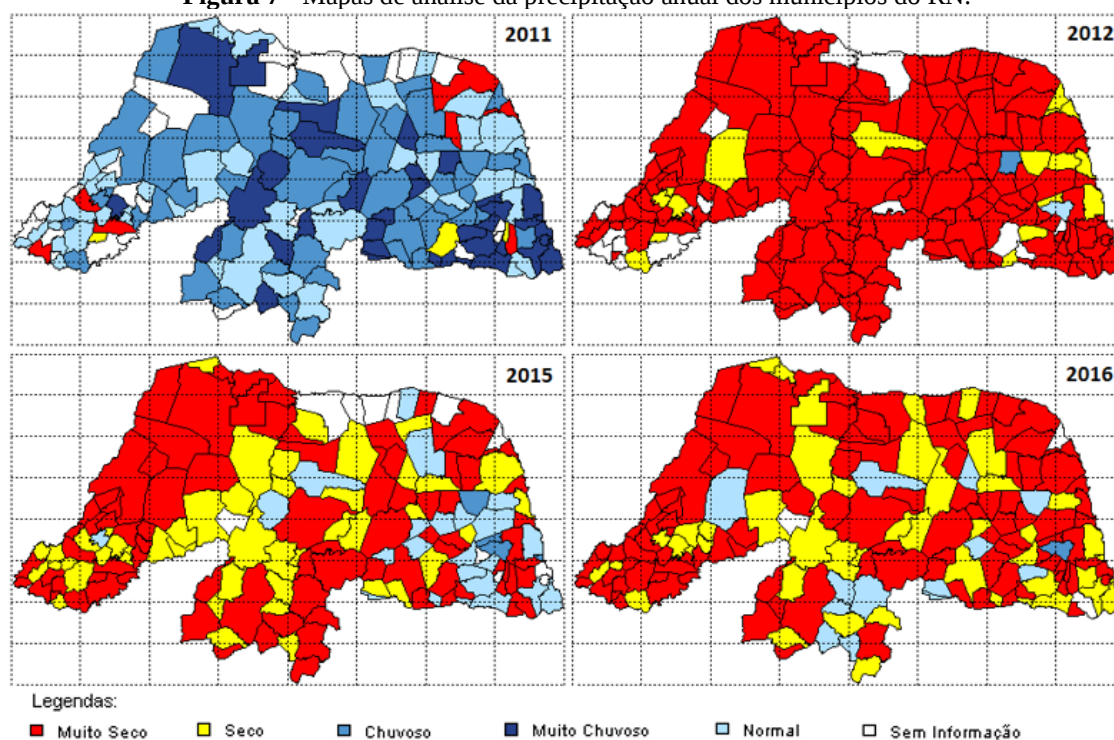
Para as localidades onde existem implantados sistema de abastecimento de água com rede de distribuição, deve ser buscado em curto prazo a universalização do serviço, a partir do alcance de capacidade de suprimento da demanda estimada para a população projetada no horizonte de planejamento. Já no que 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 Maxaranguape deve levar em consideração todos os fatores intervenientes no planejamento estratégico. Primeiramente, se faz necessário que o manancial seja analisado e classificado de acordo com as classes próprias para o consumo especificado na resolução CONAMA 357/2005 e que seja avaliada a possibilidade de realização do tratamento de acordo com sua classe. Outro aspecto relevante se refere à vazão mínima do manancial para que se possa atender satisfatoriamente à demanda requerida.

Dos 167 municípios do Estado do Rio Grande do Norte, 153 possuem o sistema de abastecimento de água da sede gerido pela CAERN, e dos 153 municípios, aproximadamente 70% dos sistemas são integrados. Desta forma, é importante que a discussão relativa ao planejamento das alternativas de mananciais para o abastecimento de água seja realizada a nível estadual, considerando que existe a possibilidade de integração de novos sistemas que se encontram atualmente isolados. Além disso, é preciso avaliar alternativas individuais para que se possa elevar o nível de segurança hídrica para a convivência com a seca, considerando que 90% do Estado se encontra em regiões semiáridas e que, segundo informações do plano emergencial de segurança hídrica realizado pela coordenadoria estadual de proteção e defesa civil, a situação de anormalidade hídrica do Estado no ano de 2015 atingia 153 municípios. Como a situação de seca se prolonga até o momento, acredita-se que o número de municípios com anormalidade hídrica seja superior ao de 2015, a Figura 7 apresenta o mapa com a situação da precipitação anual dos municípios do Rio Grande do Norte nos anos de 2011, 2012, 2015 e 2016.

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



Fonte: Adaptado de EMPARN (2017).

A **Tabela 38** apresenta os valores de precipitação média anual dos anos de 1963 a 2010 e o valor total anual dos últimos anos do município de Maxaranguape. Com isso é notório que a situação de baixas precipitações impacte diretamente na disponibilidade de água para o abastecimento.

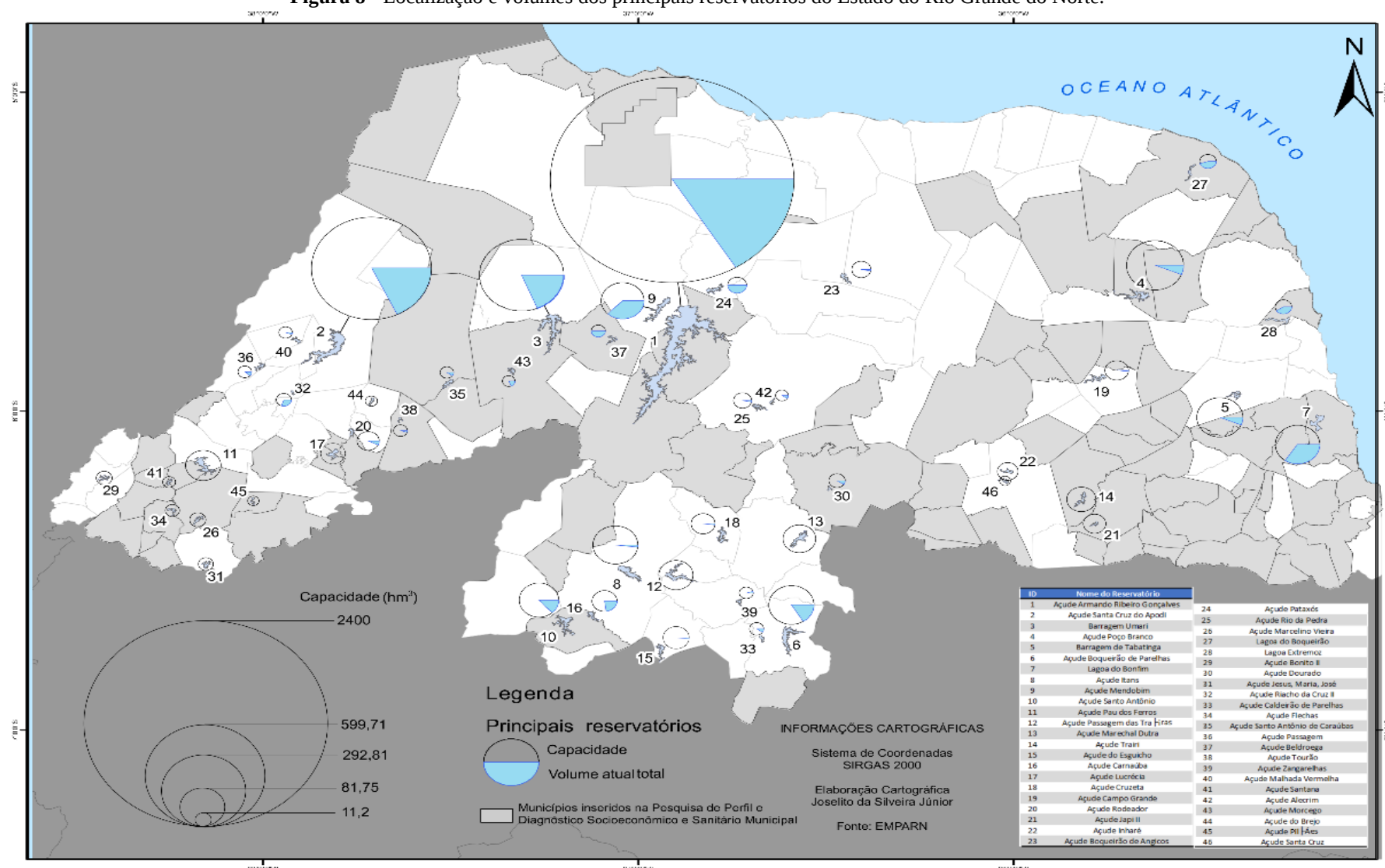
Tabela 38 - Dados de precipitação do município de Maxaranguape.

Precipitação média anual (1963 – 2010)	Precipitação anual (mm)					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
688,4	467,1	759,5	839,0	1069,5	690,5	442,5

Fonte: Adaptado de EMPARN (2017).

Conforme o cenário apresentado, percebe-se que a questão referente ao planejamento necessita levar em consideração as incertezas pluviométricas as quais a região semiárida está susceptível. Dos 47 mananciais públicos do Rio Grande Norte com volume acima de 5 milhões de metros cúbicos, a reserva existente no ano de 2015 correspondia a apenas 20% do total da capacidade (COORDENADORIA ESTADUAL DE PROTEÇÃO DE DEFESA CIVIL, 2015). Em agosto de 2017, segundo relatório do IGARN, a reserva percentual foi de 23,4% dos 47 reservatórios vistoriados do Rio Grande do Norte. A **Figura 8** apresenta o mapa dos principais reservatórios utilizados no abastecimento de água do Estado e seus respectivos volumes.

Figura 8 - Localização e volumes dos principais reservatórios do Estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: Rodrigues, 2017.

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

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

A Tabela 39 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 39 - Valores dos índices de qualidade da água e do estado trófico dos principais mananciais do RN.

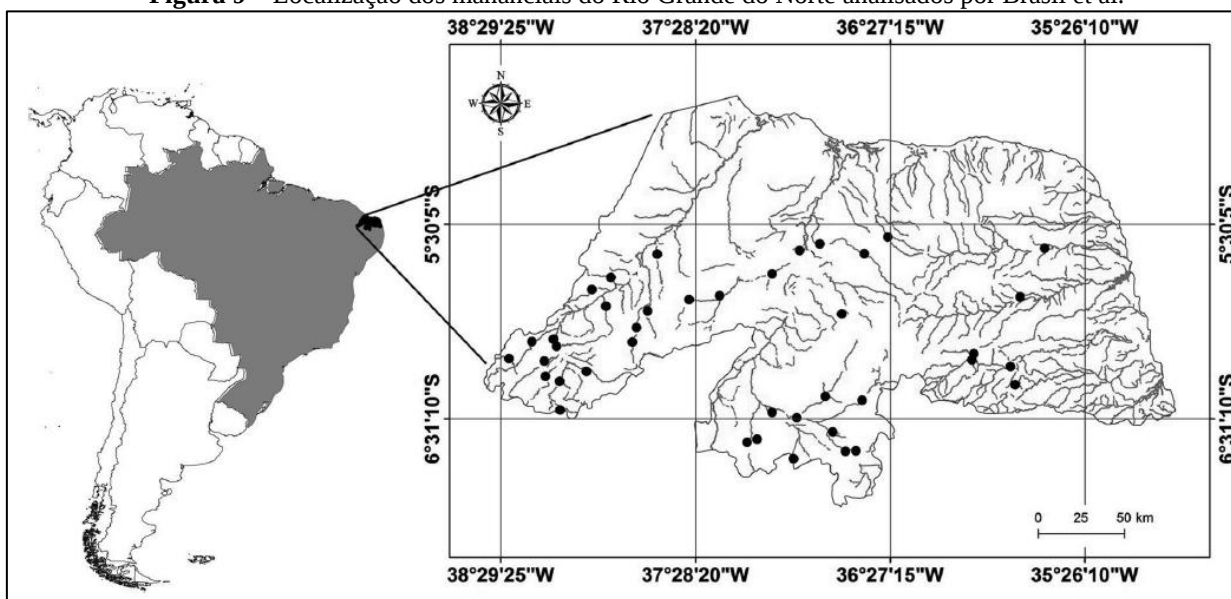
Manancial	Indicadores de qualidade			
	IQA		IET	
Barragem Armando Ribeiro Gonçalves (Itajá)	82,39	Bom	58,05	Mesotrófico
Barragem Armando Ribeiro Gonçalves (S. Rafael)	87,05	Bom	60,15	Eutrófico
Lagoa do Bonfim	79,84	Bom	53,41	Mesotrófico
Barragem Pau dos Ferros	66,50	Médio	73,70	Hipereutrófico
Barragem 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 39, quanto ao IQA, os mananciais estão nas faixas classificadas como bom ou médio, quanto ao IET, aproximadamente 65% dos mananciais se encontram eutrofizados (eutrófico, hipereutrófico ou supereutrófico), isso demonstra que existe um nível elevado de matéria orgânica e nutrientes, tornando evidente a necessidade de utilização de medidas que possibilitem a redução no nível de poluição dos mananciais. Outro fator relevante é que o monitoramento foi feito no ano de 2012, ano inicial do período de estiagem conforme apresentado anteriormente, após 5 anos de estiagem, é provável que a porcentagem de mananciais eutrofizados seja bem superior a 65%.

Brasil et al. (2016) avaliou o estado trófico de 40 mananciais utilizados no abastecimento de água no Rio Grande do Norte e concluiu que com relação ao teor de fósforo, todos os mananciais estão eutrofizados, quanto ao teor de nitrogênio, a porcentagem é 95% e, quanto ao teor de clorofila, 98% estão eutrofizados. A Figura 7 apresenta a localização dos mananciais analisados.

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



Fonte: Brasil et al. (2016).

A Tabela 40 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 40, os mananciais açude flecha, açude Marcelino Vieira, açude Lucrécia, barragem Armando Ribeiro Gonçalves

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



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB
Prospectiva e Planejamento Estratégico



Tabela 40 – 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

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

Fonte: CAERN (2017).

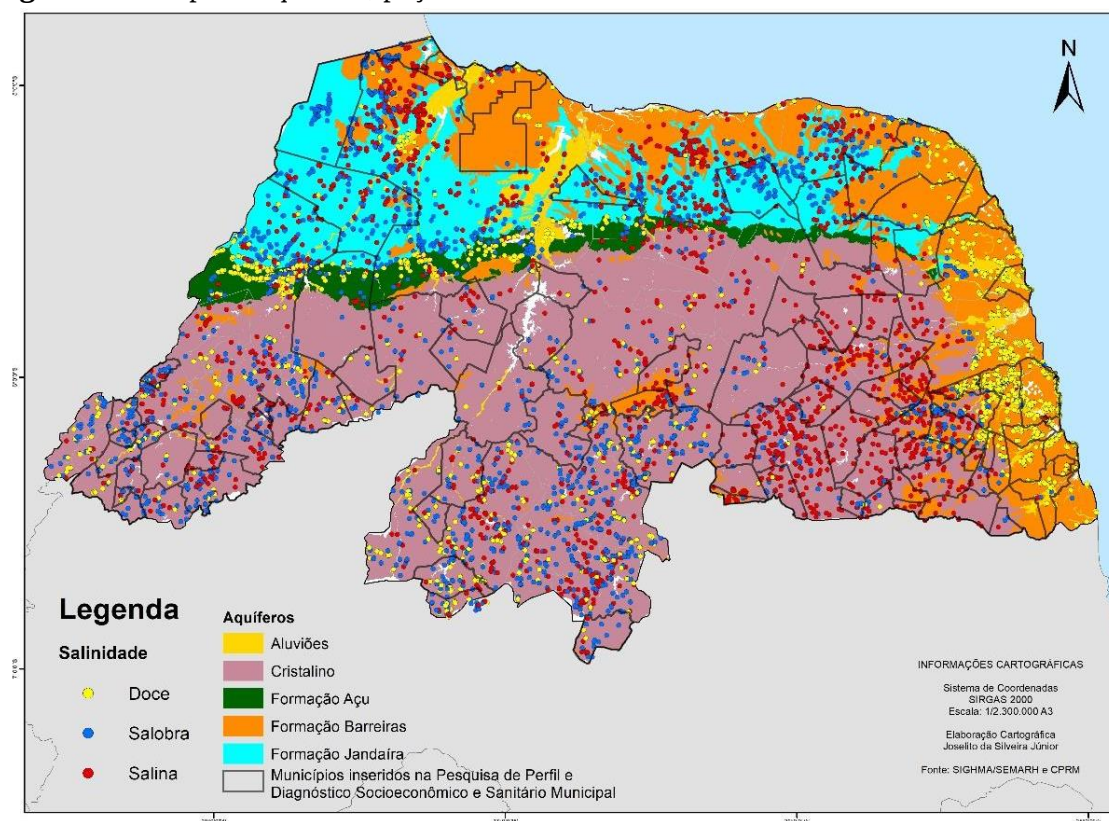
Nota: (1) Valores limites para classificação como água destinada para abastecimento humano após tratamento de acordo com a resolução CONAMA 357/2005. (2) Valores fora do limite permitido. (*) Menor que o limite de detecção.

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

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

Dos mananciais com maiores volumes próximos ao município de Maxaranguape, se destaca a possibilidade de abastecimento pelo sistema adutor SAAE – São Gonçalo do Amarante, que se situa a uma distância aproximada de 15 quilômetros da sede do município. O manancial possui a capacidade de 10 m³, mas, no momento se encontra com 6 m³, o que representa 60% da sua capacidade. Sugere-se incluir como possibilidade de abastecimento a exploração dos mananciais subterrâneos. O aquífero onde o município se encontra é uma região de rochas sedimentares do grupo barreiras, conforme apresentado na **Figura 10**. De acordo com a população prospectada no horizonte de planejamento de 20 anos, temos que para o atendimento da população total de 15.319 pessoas, se faz necessário a captação de 21,45 L/s. O manancial em questão possui vazão mínima suficiente para o atendimento desta demanda em situações de normalidade dos índices de precipitação.

Figura 10 - Mapa de aquíferos, poços e salinidade do Estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: Rodrigues, 2017

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

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

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

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

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

Para universalização da prestação do serviço de abastecimento de água é necessário a garantia de fornecimento de água em quantidade de qualidade satisfatórias para a população de toda a área municipal. No tocante ao sistema de abastecimento de água a realidade da zona urbana do município e da zona rural, são semelhantes, uma vez que ambas são atendidas pelo SAEE, contudo existem particularidades em cada região 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, recomenda-se as intervenções listadas na **Tabela 41** e **Tabela 42**.

Tabela 41 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Urbana.

Zona Urbana			
Componente do Sistema de abastecimento de água	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Ligações de água	2021 – 1261 ligações 2025 – 1300 ligações 2029 – 1304 ligações 2033 – 1308 ligações	1. Reduzir o déficit de ligação; 2. Ampliar a micromedicação; 3. Prever a substituição dos hidrômetros instalados; 4. Atualizar o cadastro comercial do SAA.	1. Imediato (até 2021) 2. Curto prazo (até 2025) 3. Curto prazo (até 2025) 4. Curto prazo (até 2025)
Rede de distribuição	2021 – 19,44 km de rede	1. Ampliar a rede de distribuição;	1. Imediato (até 2021)

	2025 – 19,50 km de rede 2029 – 19,56 km de rede 2033 – 19,64 km de rede	2. Elaborar/atualizar o cadastro técnico das redes; 3. Adequar as redes já existentes; 4. Implantar a extensão da rede para bairro não atendidos devido à baixa pressão; 5. Definir a setorização do abastecimento.	2. Curto prazo (até 2025) 3. Curto prazo (até 2025) 4. Curto prazo (até 2025) 5. Imediato (até 2021)
Reservação	2021 – 235 m ³ de reservação 2025 – 246 m ³ de reservação 2029 – 255 m ³ de reservação 2033 – 261 m ³ de reservação	1. Adotar macromedidores nos reservatórios; 2. Avaliar a estrutura física do reservatório; 3. Adotar uma rotina de limpeza nos reservatórios.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Imediato (até 2021)
Estação elevatória de água tratada	-	1. Elaborar estudo de análise hidráulica do sistema para que sejam definidas soluções (bombeamento, elevação da cota do reservatório, alteração do diâmetro da rede etc.).	1. Médio prazo (até 2029)
Produção de água tratada	2021 – 8,16 L/s de demanda hídrica 2025 – 8,54 L/s de demanda hídrica 2029 – 8,86 L/s de demanda hídrica 2033 – 9,09 l/s de demanda hídrica	1. Alcançar a demanda projetada no horizonte de planejamento; 2. Elaborar estudo de viabilidade técnica e econômica para atendimento da população desassistida.	1. Longo prazo (até 2037) 2. Médio prazo (até 2029)
Definição de alternativas de mananciais	-	1. Avaliar as possibilidades de atendimento pelo rio Maxaranguape	1. Curto prazo (até 2021)

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

Tabela 42 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural Comunidades com sistema de abastecimento pelo SAEE.

Zona Urbana			
Componente do Sistema de abastecimento de água	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Ligações de água	2021 – 3159 ligações 2025 – 3322 ligações 2029 – 3467 ligações 2033 – 3583 ligações	4. Instituir cobrança 5. Reduzir o déficit de ligação; 6. Ampliar a micromedicação; 7. Prever a substituição dos hidrômetros instalados;	4. Imediato (até 2021) 5. Imediato (até 2021) 6. Curto prazo (até 2025) 4. Curto prazo (até 2025)

		5. Atualizar o cadastro comercial do SAA.	5. Curto prazo (até 2025)
Rede de distribuição	2021 – 100,75 km de rede 2025 – 105,96 km de rede 2029 – 110,63 km de rede 2033 – 114,43 km de rede	1. Ampliar a rede de distribuição; 2. Elaborar/atualizar o cadastro técnico das redes; 3. Adequar as redes já existentes; 4. Implantar a extensão da rede para regiões não atendidas devido à baixa pressão; 5. Definir a setorização do abastecimento.	1. Imediato (até 2021) 2. Curto prazo (até 2025) 3. Curto prazo (até 2025) 4. Curto prazo (até 2025) 5. Imediato (até 2021)
Reservação	2038 - 352 m ³ reservação para todas as comunidades.	1. Adotar macromedidores nos reservatórios; 2. Avaliar a estrutura física do reservatório; 3. Adotar uma rotina de limpeza nos reservatórios.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Imediato (até 2021)
Estação elevatória de água tratada	-	1. Elaborar estudo de análise hidráulica do sistema para que sejam definidas soluções (bombeamento, elevação da cota do reservatório, alteração do diâmetro da rede etc.).	1. Médio prazo (até 2029)
Produção de água tratada	Caraúbas – 3,19 L/s de demanda hídrica de fim de plano; Maracajaú – 4,41 L/s de demanda hídrica de fim de plano; Assentamento S. José – 0,44 L/s de demanda hídrica de fim de plano; Assentamento Novo Horizonte – 0,87 L/s de demanda hídrica de fim de plano; Riacho d'água – 0,54 L/s de demanda hídrica de fim de plano; Dom Marcolino – 1,17 L/s de demanda hídrica de fim de plano; Assentamento Vale Verde – 0,30 L/s de	1. Alcançar a demanda projetada no horizonte de planejamento; 2. Elaborar estudo de viabilidade técnica e econômica para atendimento da população desassistida.	1. Longo prazo (até 2037) 2. Médio prazo (até 2029)

	demanda hídrica de fim de plano; São Lourenço – 0,15 L/s demanda hídrica de fim de plano; Santa Ana – 0,29 L/s demanda hídrica de fim de plano; Assentamento Nova Vida II – 0,84 L/s demanda hídrica de fim de plano.		
Definição de alternativas de mananciais	-	1. Avaliar as possibilidades de mananciais alternativos próximos ao município.	1. Curto prazo (até 2021)

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

4.3.9 Previsão de eventos de emergência e contingência

Quando se avalia os sistemas de abastecimento de água do Município de Maxaranguape 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 43** apresenta-se os principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de abastecimento de água.

Tabela 43 - principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de abastecimento de água.

Evento	Origem Possível
Interrupção do fornecimento de água	1. Colapso do sistema devido à estiagem prolongada; 2. Colapso do sistema devido a consumo excedente à demanda média diária em função de eventos temporários; 3. Precipitações intensas 4. Enchentes 5. Incêndio 6. Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de produção de água; 7. Qualidade inadequada da água dos mananciais; 8. Rompimento de redes e linhas de adutoras

	de água tratada; 9. Equipamento eletromecânico/estrutura danificada; 10. Greve 11. Sabotagem 12. Acidente ambiental 13. Depredação
Acidente na operação e manutenção do sistema	1. Vazamento de produtos químicos nas instalações do sistema 2. Acidente de trabalho na operação e manutenção do sistema

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

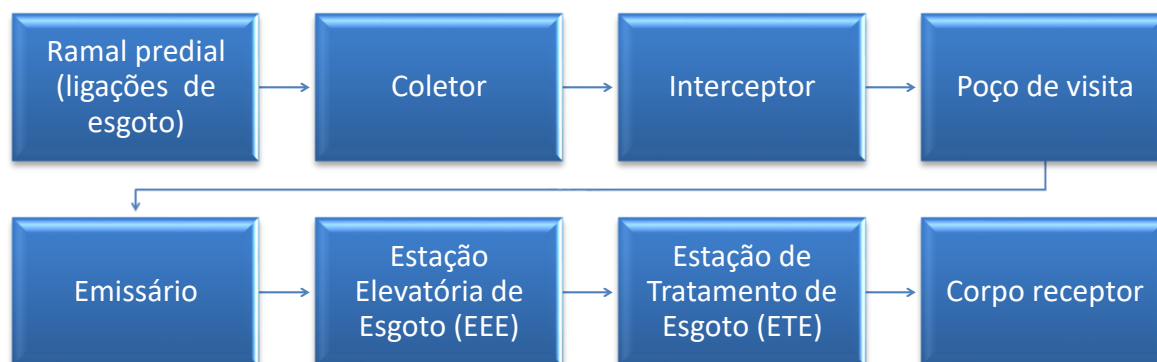
4.4 INFRAESTRUTURA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

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

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

Já o Sistema Separador Absoluto, que compreende dois sistemas distintos de canalizações, um para águas residuárias (e águas de infiltração) e outro exclusivamente para águas pluviais. Este sistema é largamente adotado no Brasil e suas partes normalmente constituintes são apresentadas na Figura 11.

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



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN.

O SES no município de Maxaranguape 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 a ser prestado através do SAEE, a qual ainda não foi consolidada, uma vez que embora parcialmente implantado não se encontra em operação. Projeção da vazão anual de esgotos ao longo dos próximos 20 anos para toda a área de planejamento

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

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

- Vazão mínima de esgotos

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

Em que:

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

$Q_{\min}$: vazão mínima horária de esgoto (l/s);

P: população a ser atendida com abastecimento de água;

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

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

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

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

C: coeficiente de retorno = 0,80;

$Q_{\inf}$: vazão de infiltração.

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

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

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

O município Maxaranguape 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 44 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 Maxaranguape, 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 2% ao ano, no primeiro ano, 3% ao ano no segundo ano e nos anos seguintes, 5% ao ano até alcançar 100% de cobertura.

Tabela 44 – 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)
2018	1261	-1261	12,61	-12,61	0%	0%	0	0,00	0,00	0,00
2019	1278	-17	12,78	-0,17	0%	0%	0	0,00	0,00	0,00
2020	1295	-17	12,95	-0,17	2%	2%	26	-26,00	0,26	-0,26
2021	1296	-1	12,96	-0,01	3%	5%	65	-39,00	0,65	-0,39
2022	1297	-1	12,97	-0,01	5%	10%	130	-65,00	1,30	-0,65
2023	1298	-1	12,98	-0,01	5%	15%	195	-65,00	1,95	-0,65
2024	1299	-1	12,99	-0,01	5%	20%	260	-65,00	2,60	-0,65
2025	1300	-1	13	-0,01	5%	35%	455	-195,00	4,55	-1,95
2026	1301	-1	13,01	-0,01	5%	40%	521	-66,00	5,20	-0,65
2027	1302	-1	13,02	-0,01	5%	45%	586	-65,00	5,86	-0,65
2028	1303	-1	13,03	-0,01	5%	50%	652	-66,00	6,52	-0,66
2029	1304	-1	13,04	-0,01	5%	55%	718	-66,00	7,17	-0,66
2030	1305	-1	13,05	-0,01	5%	60%	783	-65,00	7,83	-0,66
2031	1306	-1	13,06	-0,01	5%	65%	849	-66,00	8,49	-0,66
2032	1307	-1	13,07	-0,01	5%	70%	915	-66,00	9,15	-0,66
2033	1308	-1	13,08	-0,01	5%	75%	981	-66,00	9,81	-0,66
2034	1309	-1	13,09	-0,01	5%	80%	1048	-67,00	10,47	-0,66
2035	1310	-1	13,1	-0,01	5%	85%	1114	-66,00	11,14	-0,66
2036	1311	-1	13,11	-0,01	5%	90%	1180	-66,00	11,80	-0,66
2037	1312	-1	13,12	-0,01	5%	95%	1247	-67,00	12,46	-0,66
2038	1313	-1	13,13	-0,01	5%	100%	1313	-66,00	13,13	-0,67

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

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

Outra informação importante para o planejamento das infraestruturas do SES é a vazão de esgoto produzida, o qual necessitará de coleta, tratamento e disposição final adequado. Considerando o consumo médio *per capita* do município Maxaranguape, 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 45).

Como já apresentado no Diagnóstico, o município de Maxaranguape não dispõe dos serviços públicos de tratamento de esgoto, logo 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 17,68 l/s, atingindo o índice de cobertura de 100% e propiciando a universalização do serviço na sede municipal.

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

ANO	POPULAÇÃO URBANA						
	SEDE						
	Consumo per capita de água (l/hab.dia)	120	Coefficiente de infiltração (l/s.km)	0.5	Coefficiente de retorno	0.8	
	K1	1.2	K2	1.5	K3	0.5	
	População (hab)	Cobertura de coleta e tratamento (%)	População atendida com coleta e tratamento	Vazão de infiltração (l/s)	Vazão máxima (l/s)	Vazão mínima (l/s)	
2018	4708	0%	0	0	0	0,0000	0,0000
2019	4774	0%	0	0	0	0,0000	0,0000
2020	4837	2%	97	0,1295	0,3230	0,0537	0,2370
2021	4899	5%	245	0,324	0,8139	0,1361	0,5962
2022	4958	10%	496	0,6485	1,6401	0,2754	1,1994
2023	5016	15%	752	0,9735	2,4783	0,4180	1,8095
2024	5072	20%	1014	1,299	3,3278	0,5636	2,4261
2025	5125	35%	1794	2,275	5,8625	0,9965	4,2681
2026	5177	40%	2071	2,602	6,7436	1,1504	4,9029
2027	5226	45%	2352	2,9295	7,6329	1,3065	5,5425
2028	5273	50%	2637	3,2575	8,5305	1,4647	6,1869
2029	5317	55%	2924	3,586	9,4347	1,6246	6,8353
2030	5360	60%	3216	3,915	10,347	1,7867	7,4883
2031	5395	65%	3507	4,2445	11,258	1,9482	8,1409
2032	5427	70%	3799	4,5745	12,1723	2,1105	8,7955
2033	5457	75%	4093	4,905	13,0905	2,2738	9,4525
2034	5483	80%	4386	5,236	14,0088	2,4369	10,1098
2035	5506	85%	4680	5,5675	14,9277	2,6001	10,7676
2036	5526	90%	4973	5,8995	15,8463	2,7630	11,4255
2037	5542	95%	5265	6,232	16,7618	2,9249	12,0819
2038	5555	100%	5555	6,565	17,6750	3,0861	12,7372

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

4.4.1.1 Projeção das demandas de esgoto da área rural

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

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

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

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

Na **Tabela 46** apresenta-se a estimativa das vazões de contribuições para o sistema de esgotamento sanitário ao longo do horizonte de projeto na área rural. Será adotado o *per capita* de água de 90 L/hab.dia conforme utilizado para o abastecimento de água. Com ressalva para as comunidades de Caraúbas e Maracajaú, que foram adotados o valor de consumo per capita de 120 L/hab.dia, por se comportarem como unidade urbana.

Tabela 46 - Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural.

ANO	POP. RURAL															
	AGLOMERADA															
	Caraúbas				Maracajá				Assentamento São José				Assentamento Novo horizonte			
	Consumo per capita de água (m³/hab.dia)	120	K1	1,2	Consumo per capita de água (m³/hab.dia)	120	K1	1,2	Consumo per capita de água (m³/hab.dia)	90	K1	1,2	Consumo per capita de água (m³/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)
2018	2103	4,206	1,168	2,337	2904	5,809	1,614	3,227	288	0,577	0,160	0,320	571	1,142	0,317	0,634
2019	2136	4,272	1,187	2,373	2949	5,899	1,639	3,277	293	0,586	0,163	0,325	580	1,159	0,322	0,644
2020	2167	4,335	1,204	2,408	2993	5,986	1,663	3,326	297	0,595	0,165	0,330	588	1,177	0,327	0,654
2021	2199	4,397	1,221	2,443	3036	6,072	1,687	3,374	302	0,603	0,168	0,335	597	1,194	0,332	0,663
2022	2229	4,457	1,238	2,476	3078	6,155	1,710	3,420	306	0,611	0,170	0,340	605	1,210	0,336	0,672
2023	2258	4,516	1,254	2,509	3118	6,236	1,732	3,465	310	0,619	0,172	0,344	613	1,226	0,340	0,681
2024	2286	4,573	1,270	2,541	3158	6,315	1,754	3,508	314	0,627	0,174	0,348	621	1,241	0,345	0,690
2025	2314	4,628	1,286	2,571	3196	6,392	1,775	3,551	317	0,635	0,176	0,353	628	1,256	0,349	0,698
2026	2341	4,681	1,300	2,601	3232	6,465	1,796	3,591	321	0,642	0,178	0,357	635	1,271	0,353	0,706
2027	2367	4,733	1,315	2,629	3268	6,536	1,816	3,631	325	0,649	0,180	0,361	642	1,285	0,357	0,714
2028	2391	4,782	1,328	2,657	3302	6,604	1,834	3,669	328	0,656	0,182	0,364	649	1,298	0,361	0,721
2029	2415	4,830	1,342	2,683	3335	6,670	1,853	3,705	331	0,662	0,184	0,368	655	1,311	0,364	0,728
2030	2437	4,875	1,354	2,708	3366	6,732	1,870	3,740	334	0,669	0,186	0,371	662	1,323	0,368	0,735
2031	2457	4,914	1,365	2,730	3393	6,785	1,885	3,770	337	0,674	0,187	0,374	667	1,334	0,370	0,741
2032	2475	4,950	1,375	2,750	3418	6,836	1,899	3,798	339	0,679	0,189	0,377	672	1,344	0,373	0,746
2033	2492	4,984	1,384	2,769	3441	6,882	1,912	3,823	342	0,683	0,190	0,380	676	1,353	0,376	0,751
2034	2507	5,014	1,393	2,786	3462	6,925	1,924	3,847	344	0,688	0,191	0,382	681	1,361	0,378	0,756
2035	2521	5,042	1,401	2,801	3482	6,963	1,934	3,868	346	0,692	0,192	0,384	684	1,369	0,380	0,760
2036	2534	5,067	1,408	2,815	3499	6,998	1,944	3,888	347	0,695	0,193	0,386	688	1,375	0,382	0,764
2037	2544	5,089	1,414	2,827	3514	7,027	1,952	3,904	349	0,698	0,194	0,388	691	1,381	0,384	0,767
2038	2554	5,108	1,419	2,838	3526,67	7,053	1,959	3,919	350,23	0,700	0,195	0,389	693	1,386	0,385	0,770

Tabela 47 - Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural (continuação)

ANO	POP. RURAL															
	AGLOMERADA															
	Riacho d'água				Dom Marcolino				Assentamento Vale Verde				Assentamento Nova Vida II			
	Consumo per capita de água (m³/hab.dia)	90	K1	1,2	Consumo per capita de água (m³/hab.dia)	90	K1	1,2	Consumo per capita de água (m³/hab.dia)	90	K1	1,2	Consumo per capita de água (m³/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)
2018	358	0,715	0,199	0,397	772	1,544	0,429	0,858	198	0,397	0,110	0,220	555	1,110	0,308	0,616
2019	363	0,726	0,202	0,403	784	1,568	0,436	0,871	201	0,403	0,112	0,224	563	1,127	0,313	0,626
2020	368	0,737	0,205	0,409	796	1,592	0,442	0,884	204	0,409	0,114	0,227	572	1,144	0,318	0,635
2021	374	0,748	0,208	0,415	807	1,614	0,448	0,897	207	0,415	0,115	0,230	580	1,160	0,322	0,644
2022	379	0,758	0,210	0,421	818	1,636	0,455	0,909	210	0,420	0,117	0,233	588	1,176	0,327	0,653
2023	384	0,768	0,213	0,427	829	1,658	0,461	0,921	213	0,426	0,118	0,237	596	1,191	0,331	0,662
2024	389	0,777	0,216	0,432	839	1,679	0,466	0,933	216	0,431	0,120	0,240	603	1,206	0,335	0,670
2025	393	0,787	0,219	0,437	850	1,699	0,472	0,944	218	0,436	0,121	0,242	611	1,221	0,339	0,678
2026	398	0,796	0,221	0,442	859	1,719	0,477	0,955	221	0,441	0,123	0,245	617	1,235	0,343	0,686
2027	402	0,805	0,224	0,447	869	1,738	0,483	0,965	223	0,446	0,124	0,248	624	1,249	0,347	0,694
2028	406	0,813	0,226	0,452	878	1,756	0,488	0,975	225	0,451	0,125	0,250	631	1,262	0,350	0,701
2029	411	0,821	0,228	0,456	887	1,773	0,493	0,985	228	0,455	0,126	0,253	637	1,274	0,354	0,708
2030	414	0,829	0,230	0,460	895	1,790	0,497	0,994	230	0,460	0,128	0,255	643	1,286	0,357	0,714
2031	418	0,835	0,232	0,464	902	1,804	0,501	1,002	232	0,463	0,129	0,257	648	1,296	0,360	0,720
2032	421	0,842	0,234	0,468	909	1,817	0,505	1,010	233	0,467	0,130	0,259	653	1,306	0,363	0,725
2033	424	0,847	0,235	0,471	915	1,830	0,508	1,016	235	0,470	0,131	0,261	657	1,315	0,365	0,730
2034	426	0,852	0,237	0,474	921	1,841	0,511	1,023	236	0,473	0,131	0,263	661	1,323	0,367	0,735
2035	429	0,857	0,238	0,476	926	1,851	0,514	1,028	238	0,475	0,132	0,264	665	1,330	0,369	0,739
2036	431	0,861	0,239	0,479	930	1,860	0,517	1,034	239	0,478	0,133	0,265	668	1,337	0,371	0,743
2037	433	0,865	0,240	0,481	934	1,868	0,519	1,038	240	0,480	0,133	0,267	671	1,342	0,373	0,746
2038	434	0,868	0,241	0,482	938	1,875	0,521	1,042	241	0,482	0,134	0,268	674	1,347	0,374	0,749

Tabela 48 - Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural (*continuação*)

ANO	POP. RURAL							
	AGLOMERADA							
	São Lourenço				Santa Ana			
	Consumo per capita de água (m³/hab.dia)	90	K1	1,2	Consumo per capita de água (m³/hab.dia)	90	K1	1,2
			K2	1,5			K2	1,5
	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)
2018	99	0,198	0,055	0,110	192	0,385	0,107	0,214
2019	101	0,201	0,056	0,112	195	0,391	0,108	0,217
2020	102	0,204	0,057	0,114	198	0,396	0,110	0,220
2021	104	0,207	0,058	0,115	201	0,402	0,112	0,223
2022	105	0,210	0,058	0,117	204	0,408	0,113	0,226
2023	106	0,213	0,059	0,118	206	0,413	0,115	0,229
2024	108	0,216	0,060	0,120	209	0,418	0,116	0,232
2025	109	0,218	0,061	0,121	212	0,423	0,118	0,235
2026	110	0,221	0,061	0,123	214	0,428	0,119	0,238
2027	112	0,223	0,062	0,124	216	0,433	0,120	0,240
2028	113	0,225	0,063	0,125	219	0,437	0,121	0,243
2029	114	0,228	0,063	0,126	221	0,442	0,123	0,245
2030	115	0,230	0,064	0,128	223	0,446	0,124	0,248
2031	116	0,232	0,064	0,129	225	0,449	0,125	0,250
2032	117	0,233	0,065	0,130	226	0,453	0,126	0,251
2033	117	0,235	0,065	0,131	228	0,456	0,127	0,253
2034	118	0,236	0,066	0,131	229	0,458	0,127	0,255
2035	119	0,238	0,066	0,132	231	0,461	0,128	0,256
2036	119	0,239	0,066	0,133	232	0,463	0,129	0,257
2037	120	0,240	0,067	0,133	233	0,465	0,129	0,258
2038	120	0,241	0,067	0,134	233	0,467	0,130	0,259

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

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

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

Propõe-se que toda a área rural atinja a cobertura de 100%, seja por sistema individual ou coletivo, de acordo com a viabilidade em 2038. Portanto, para a adequação do esgotamento sanitário na zona rural, propõem-se as seguintes medidas para o Plano Municipal de Saneamento Básico:

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

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

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

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

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

4.4.2 Previsão das estimativas de carga e concentração de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e coliformes 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 49).

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 49 - 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 50**.

Tabela 50 - Breve descrição dos principais sistemas de tratamento de esgotos em nível secundário

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

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

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

REATORES AERÓBIOS COM BIOFILMES

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

Fonte: Von Sperling (2014).

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

Na Tabela 51 apresentam-se as eficiências típicas de diversos sistemas de tratamento aplicados a esgotos predominantemente domésticos.

Tabela 51 - 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.

Para fins de cálculo das estimativas de carga e concentração de DBO e coliformes fecais, do município de Maxaranguape, utilizaram-se as eficiências médias típicas de remoção e parâmetros bibliográficos, como a concentração de organismos em esgotos (Tabela 52). Ressalta-se que na situação em que se estiver investigando o lançamento de um efluente tratado, deve-se considerar a redução da DBO proporcionada pela eficiência do tratamento. Para tanto, foram levadas em consideração as alternativas do lançamento de esgotos sem tratamento e com tratamento, tanto para a área urbana quanto rural.

Tabela 52 - Parâmetros de eficiência adotados no PMSB de Maxaranguape.

Tipo de Tratamento	Eficiência na Remoção de DBO	Eficiência na Remoção de Coliformes Termotolerantes
Preliminar	5%	0%
Primário	35%	35%
Lagoa facultativa seguida de uma lagoa de maturação	69%	97%
Lagoa facultativa seguida de duas lagoas de maturação	69%	99%
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 Maxaranguape.

A previsão de carga orgânica diária de DBO e de coliformes termotolerantes para o município de Maxaranguape foi estimada conforme a projeção populacional e as cargas *per capita*. Estimaram-se também os valores de DBO e de coliformes termotolerantes diários sem e com tratamento (de acordo com a porcentagem de eficiência do tratamento) – **Tabela 53**. No cálculo das concentrações de DBO e de coliformes termotolerantes, considerou-se a vazão média e a carga orgânica diária, conforme Equação 19 (**Tabela 56**).

Tabela 53 – Estimativa da carga orgânica e remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes, com e sem tratamento, para diferentes tipos de tratamento para área urbana.

ANO	POPULAÇÃO URBANA										
	População (hab)	Vazão média de esgoto (m³/dia)	Percentual de atendimento com coleta e tratamento anual	População atendida com coleta e tratamento (hab)	Vazão média de esgoto da população atendida (m³/dia)	Carga per capita DBO (g/hab.dia)	Carga per capita de Coliformes Termotolerantes (org/hab.dia)	Esgoto Bruto (Carga)		Tratamento Preliminar	
								DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)
2018	4708	451,97	0%	0	0,00	54	1,00E+11	0,00	0,00E+00	0,00	0,00E+00
2019	4774	458,30	0%	0	0,00	54	1,00E+11	0,00	0,00E+00	0,00	0,00E+00
2020	4837	475,54	2%	97	20,48	54	1,00E+11	5223,96	9,67E+12	4962,76	9,67E+12
2021	4899	498,30	5%	245	51,51	54	1,00E+11	13227,30	2,45E+13	12565,94	2,45E+13
2022	4958	532,00	10%	496	103,63	54	1,00E+11	26773,20	4,96E+13	25434,54	4,96E+13
2023	5016	565,65	15%	752	156,34	54	1,00E+11	40629,60	7,52E+13	38598,12	7,52E+13
2024	5072	599,15	20%	1014	209,62	54	1,00E+11	54777,60	1,01E+14	52038,72	1,01E+14
2025	5125	688,56	35%	1794	368,76	54	1,00E+11	96862,50	1,79E+14	92019,38	1,79E+14
2026	5177	721,80	40%	2071	423,61	54	1,00E+11	111823,20	2,07E+14	106232,04	2,07E+14
2027	5226	754,80	45%	2352	478,87	54	1,00E+11	126991,80	2,35E+14	120642,21	2,35E+14
2028	5273	787,66	50%	2637	534,55	54	1,00E+11	142371,00	2,64E+14	135252,45	2,64E+14
2029	5317	820,26	55%	2924	590,57	54	1,00E+11	157914,90	2,92E+14	150019,16	2,92E+14
2030	5360	852,82	60%	3216	646,99	54	1,00E+11	173664,00	3,22E+14	164980,80	3,22E+14
2031	5395	884,64	65%	3507	703,37	54	1,00E+11	189364,50	3,51E+14	179896,28	3,51E+14
2032	5427	916,23	70%	3799	759,93	54	1,00E+11	205140,60	3,80E+14	194883,57	3,80E+14
2033	5457	947,66	75%	4093	816,70	54	1,00E+11	221008,50	4,09E+14	209958,08	4,09E+14
2034	5483	978,76	80%	4386	873,48	54	1,00E+11	236865,60	4,39E+14	225022,32	4,39E+14
2035	5506	1009,61	85%	4680	930,32	54	1,00E+11	252725,40	4,68E+14	240089,13	4,68E+14
2036	5526	1040,21	90%	4973	987,16	54	1,00E+11	268563,60	4,97E+14	255135,42	4,97E+14
2037	5542	1070,48	95%	5265	1043,88	54	1,00E+11	284304,60	5,26E+14	270089,37	5,26E+14
2038	5555	1100,50	100%	5555	1100,50	54	1,00E+11	299970,00	5,56E+14	284971,50	5,56E+14

Tabela 54 – Estimativa da carga orgânica e remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes, com e sem tratamento, para diferentes tipos de tratamento para área urbana (*Continuação*)

ANO	POPULAÇÃO URBANA							
	Tratamento Primário		Lagoa facultativa seguida de uma lagoa de maturação		Lagoa facultativa seguida de duas lagoas de maturação		Lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa	
	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)
2018	0,00	0,00E+00	0,00	0,00E+00	0,00	0,00E+00	0,00	0,00E+00
2019	0,00	0,00E+00	0,00	0,00E+00	0,00	0,00E+00	0,00	0,00E+00
2020	3395,57	6,29E+12	1619,43	2,93E+11	1619,43	6,38E+10	1044,79	9,67E+10
2021	8597,75	1,59E+13	4100,46	7,42E+11	4100,46	1,62E+11	2645,46	2,45E+11
2022	17402,58	3,22E+13	8299,69	1,50E+12	8299,69	3,27E+11	5354,64	4,96E+11
2023	26409,24	4,89E+13	12595,18	2,28E+12	12595,18	4,97E+11	8125,92	7,52E+11
2024	35605,44	6,59E+13	16981,06	3,07E+12	16981,06	6,70E+11	10955,52	1,01E+12
2025	62960,63	1,17E+14	30027,38	5,44E+12	30027,38	1,18E+12	19372,50	1,79E+12
2026	72685,08	1,35E+14	34665,19	6,27E+12	34665,19	1,37E+12	22364,64	2,07E+12
2027	82544,67	1,53E+14	39367,46	7,13E+12	39367,46	1,55E+12	25398,36	2,35E+12
2028	92541,15	1,71E+14	44135,01	7,99E+12	44135,01	1,74E+12	28474,20	2,64E+12
2029	102644,69	1,90E+14	48953,62	8,86E+12	48953,62	1,93E+12	31582,98	2,92E+12
2030	112881,60	2,09E+14	53835,84	9,74E+12	53835,84	2,12E+12	34732,80	3,22E+12
2031	123086,93	2,28E+14	58703,00	1,06E+13	58703,00	2,31E+12	37872,90	3,51E+12
2032	133341,39	2,47E+14	63593,59	1,15E+13	63593,59	2,51E+12	41028,12	3,80E+12
2033	143655,53	2,66E+14	68512,64	1,24E+13	68512,64	2,70E+12	44201,70	4,09E+12
2034	153962,64	2,85E+14	73428,34	1,33E+13	73428,34	2,90E+12	47373,12	4,39E+12
2035	164271,51	3,04E+14	78344,87	1,42E+13	78344,87	3,09E+12	50545,08	4,68E+12
2036	174566,34	3,23E+14	83254,72	1,51E+13	83254,72	3,28E+12	53712,72	4,97E+12
2037	184797,99	3,42E+14	88134,43	1,60E+13	88134,43	3,47E+12	56860,92	5,26E+12
2038	194980,50	3,61E+14	92990,70	1,68E+13	92990,70	3,67E+12	59994,00	5,56E+12

Tabela 55 – Estimativa da carga orgânica e remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes, com e sem tratamento, para diferentes tipos de tratamento para área urbana

(Continuação)

ANO	POPULAÇÃO URBANA							
	Lodo ativado		Reator Biológico		UASB		UASB seguido de Lagoa	
	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)	DBO (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)
2018	0,00	0,00E+00	0,00	0,00E+00	0,00	0,00E+00	0,00	0,00E+00
2019	0,00	0,00E+00	0,00	0,00E+00	0,00	0,00E+00	0,00	0,00E+00
2020	522,40	9,67E+11	522,40	1,93E+12	1567,19	1,93E+12	522,40	9,67E+10
2021	1322,73	2,45E+12	1322,73	4,90E+12	3968,19	4,90E+12	1322,73	2,45E+11
2022	2677,32	4,96E+12	2677,32	9,92E+12	8031,96	9,92E+12	2677,32	4,96E+11
2023	4062,96	7,52E+12	4062,96	1,50E+13	12188,88	1,50E+13	4062,96	7,52E+11
2024	5477,76	1,01E+13	5477,76	2,03E+13	16433,28	2,03E+13	5477,76	1,01E+12
2025	9686,25	1,79E+13	9686,25	3,59E+13	29058,75	3,59E+13	9686,25	1,79E+12
2026	11182,32	2,07E+13	11182,32	4,14E+13	33546,96	4,14E+13	11182,32	2,07E+12
2027	12699,18	2,35E+13	12699,18	4,70E+13	38097,54	4,70E+13	12699,18	2,35E+12
2028	14237,10	2,64E+13	14237,10	5,27E+13	42711,30	5,27E+13	14237,10	2,64E+12
2029	15791,49	2,92E+13	15791,49	5,85E+13	47374,47	5,85E+13	15791,49	2,92E+12
2030	17366,40	3,22E+13	17366,40	6,43E+13	52099,20	6,43E+13	17366,40	3,22E+12
2031	18936,45	3,51E+13	18936,45	7,01E+13	56809,35	7,01E+13	18936,45	3,51E+12
2032	20514,06	3,80E+13	20514,06	7,60E+13	61542,18	7,60E+13	20514,06	3,80E+12
2033	22100,85	4,09E+13	22100,85	8,19E+13	66302,55	8,19E+13	22100,85	4,09E+12
2034	23686,56	4,39E+13	23686,56	8,77E+13	71059,68	8,77E+13	23686,56	4,39E+12
2035	25272,54	4,68E+13	25272,54	9,36E+13	75817,62	9,36E+13	25272,54	4,68E+12
2036	26856,36	4,97E+13	26856,36	9,95E+13	80569,08	9,95E+13	26856,36	4,97E+12
2037	28430,46	5,26E+13	28430,46	1,05E+14	85291,38	1,05E+14	28430,46	5,26E+12
2038	29997,00	5,56E+13	29997,00	1,11E+14	89991,00	1,11E+14	29997,00	5,56E+12

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

Tabela 56 – Estimativa da concentração e remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes, com e sem tratamento para diferentes tipos de tratamento para área urbana.

ANO	POPULAÇÃO URBANA										
	População (hab)	Vazão média de esgoto (m³/dia)	Percentual de atendimento com coleta e tratamento anual	População atendida com coleta e tratamento (hab)	Vazão média de esgoto da população atendida (m³/dia)	Carga per capita DBO (g/hab.dia)	Carga per capita de Coliformes Termotolerantes (org/hab.dia)	Esgoto Bruto (Concentração)		Tratamento Preliminar	
								DBO (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (org/mL)	DBO (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (org/mL)
2018	4708	451,97	0%	0	0,00	54	1,00E+11	0,00	0,00	0,00	0,00
2019	4774	458,30	0%	0	0,00	54	1,00E+11	0,00	0,00	0,00	0,00
2020	4837	475,54	2%	97	20,48	54	1,00E+11	255,13	4,72E+05	242,3716	472459,25
2021	4899	498,30	5%	245	51,51	54	1,00E+11	256,80	4,76E+05	243,95705	475549,81
2022	4958	532,00	10%	496	103,63	54	1,00E+11	258,36	4,78E+05	245,4427	478445,81
2023	5016	565,65	15%	752	156,34	54	1,00E+11	259,88	4,81E+05	246,8845	481256,33
2024	5072	599,15	20%	1014	209,62	54	1,00E+11	261,32	4,84E+05	248,25738	483932,52
2025	5125	688,56	35%	1794	368,76	54	1,00E+11	262,67	4,86E+05	249,5373	486427,49
2026	5177	721,80	40%	2071	423,61	54	1,00E+11	263,98	4,89E+05	250,77817	488846,33
2027	5226	754,80	45%	2352	478,87	54	1,00E+11	265,19	4,91E+05	251,92997	491091,57
2028	5273	787,66	50%	2637	534,55	54	1,00E+11	266,34	4,93E+05	253,02019	493216,75
2029	5317	820,26	55%	2924	590,57	54	1,00E+11	267,39	4,95E+05	254,0252	495175,83
2030	5360	852,82	60%	3216	646,99	54	1,00E+11	268,42	4,97E+05	254,99666	497069,52
2031	5395	884,64	65%	3507	703,37	54	1,00E+11	269,22	4,99E+05	255,76234	498562,07
2032	5427	916,23	70%	3799	759,93	54	1,00E+11	269,95	5,00E+05	256,44897	499900,52
2033	5457	947,66	75%	4093	816,70	54	1,00E+11	270,61	5,01E+05	257,08229	501135,06
2034	5483	978,76	80%	4386	873,48	54	1,00E+11	271,17	5,02E+05	257,61447	502172,45
2035	5506	1009,61	85%	4680	930,32	54	1,00E+11	271,65	5,03E+05	258,07111	503062,60
2036	5526	1040,21	90%	4973	987,16	54	1,00E+11	272,06	5,04E+05	258,45313	503807,27
2037	5542	1070,48	95%	5265	1043,88	54	1,00E+11	272,35	5,04E+05	258,73722	504361,06
2038	5555	1100,50	100%	5555	1100,50	54	1,00E+11	272,58	5,05E+05	258,94824	504772,39

Tabela 57 – Estimativa da concentração e remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes, com e sem tratamento para diferentes tipos de tratamento para área urbana.
(Continuação).

ANO	POPULAÇÃO URBANA							
	Tratamento Primário		Lagoa facultativa seguida de uma lagoa de maturação		Lagoa facultativa seguida de duas lagoas de maturação		Lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa	
	DBO (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (org/mL)	DBO (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (org/mL)	DBO (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (org/mL)	DBO (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (org/mL)
2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2019	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2020	165,8332	307098,51	79,0897	14315,52	79,0897	3118,23	51,0256	4724,59
2021	166,91798	309107,38	79,6070	14409,16	79,6070	3138,63	51,3594	4755,50
2022	167,93448	310989,78	80,0918	14496,91	80,0918	3157,74	51,6721	4784,46
2023	168,92097	312816,62	80,5623	14582,07	80,5623	3176,29	51,9757	4812,56
2024	169,86032	314556,14	81,0103	14663,16	81,0103	3193,95	52,2647	4839,33
2025	170,73605	316177,87	81,4280	14738,75	81,4280	3210,42	52,5342	4864,27
2026	171,58506	317750,12	81,8329	14812,04	81,8329	3226,39	52,7954	4888,46
2027	172,37314	319209,52	82,2087	14880,07	82,2087	3241,20	53,0379	4910,92
2028	173,11908	320590,89	82,5645	14944,47	82,5645	3255,23	53,2674	4932,17
2029	173,80672	321864,29	82,8924	15003,83	82,8924	3268,16	53,4790	4951,76
2030	174,4714	323095,19	83,2094	15061,21	83,2094	3280,66	53,6835	4970,70
2031	174,99529	324065,35	83,4593	15106,43	83,4593	3290,51	53,8447	4985,62
2032	175,46508	324935,34	83,6833	15146,99	83,6833	3299,34	53,9893	4999,01
2033	175,89841	325737,79	83,8900	15184,39	83,8900	3307,49	54,1226	5011,35
2034	176,26253	326412,09	84,0637	15215,83	84,0637	3314,34	54,2346	5021,72
2035	176,57497	326990,69	84,2127	15242,80	84,2127	3320,21	54,3308	5030,63
2036	176,83635	327474,73	84,3373	15265,36	84,3373	3325,13	54,4112	5038,07
2037	177,03073	327834,69	84,4300	15282,14	84,4300	3328,78	54,4710	5043,61
2038	177,17511	328102,06	84,4989	15294,60	84,4989	3331,50	54,5154	5047,72

Tabela 58 – Estimativa da concentração e remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes, com e sem tratamento para diferentes tipos de tratamento para área urbana.
(Continuação).

ANO	POPULAÇÃO URBANA							
	Lodo ativado		Reator Biológico		UASB		UASB seguido de Lagoa	
	DBO (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (org/mL)	DBO (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (org/mL)	DBO (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (org/mL)	DBO (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (org/mL)
2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2019	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2020	25,5128	47245,92	25,5128	94491,85	76,5384	94491,85	25,5128	4724,59
2021	25,6797	47554,98	25,6797	95109,96	77,0391	95109,96	25,6797	4755,50
2022	25,8361	47844,58	25,8361	95689,16	77,5082	95689,16	25,8361	4784,46
2023	25,9878	48125,63	25,9878	96251,27	77,9635	96251,27	25,9878	4812,56
2024	26,1324	48393,25	26,1324	96786,50	78,3971	96786,50	26,1324	4839,33
2025	26,2671	48642,75	26,2671	97285,50	78,8013	97285,50	26,2671	4864,27
2026	26,3977	48884,63	26,3977	97769,27	79,1931	97769,27	26,3977	4888,46
2027	26,5189	49109,16	26,5189	98218,31	79,5568	98218,31	26,5189	4910,92
2028	26,6337	49321,67	26,6337	98643,35	79,9011	98643,35	26,6337	4932,17
2029	26,7395	49517,58	26,7395	99035,17	80,2185	99035,17	26,7395	4951,76
2030	26,8418	49706,95	26,8418	99413,90	80,5253	99413,90	26,8418	4970,70
2031	26,9224	49856,21	26,9224	99712,41	80,7671	99712,41	26,9224	4985,62
2032	26,9946	49990,05	26,9946	99980,10	80,9839	99980,10	26,9946	4999,01
2033	27,0613	50113,51	27,0613	100227,01	81,1839	100227,01	27,0613	5011,35
2034	27,1173	50217,24	27,1173	100434,49	81,3519	100434,49	27,1173	5021,72
2035	27,1654	50306,26	27,1654	100612,52	81,4961	100612,52	27,1654	5030,63
2036	27,2056	50380,73	27,2056	100761,45	81,6168	100761,45	27,2056	5038,07
2037	27,2355	50436,11	27,2355	100872,21	81,7065	100872,21	27,2355	5043,61
2038	27,2577	50477,24	27,2577	100954,48	81,7731	100954,48	27,2577	5047,72

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

Pela análise da Tabela 53 e Tabela 56, verifica-se que a carga de DBO e coliformes totais para início de plano é de 5223,96 g/dia e de $9,67 \times 10^{12}$ organismo/dia, respectivamente, e para final de plano é 299,97 kg DBO/dia e $5,56 \times 10^{14}$ de organismo/dia de coliformes termotolerantes sem tratamento. As concentrações de DBO e coliformes termotolerantes sem tratamento para início de plano são de 255,13 mg/L e $4,72 \times 10^5$ organismo/mL, respectivamente, e para final de plano 272,58 mg/L e $5,05 \times 10^5$ organismo/mL.

Constata-se que os sistemas de tratamento com melhores eficiências para remoção de DBO são Lodo ativado, Reator Biológico e UASB seguido de Lagoa. Sugere-se que o município contrate um profissional habilitado para elaboração do projeto executivo onde deverá tomar como base os estudos ora realizados e apontar a melhor alternativa técnica, econômica e financeira conforme a realidade local.

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

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

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

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

- Quantidade de lodo gerado para um posterior tratamento;
- Facilidade operacional.

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

Von Sperling (2014) apresenta uma comparação quantitativa em relação aos principais sistemas de tratamento de esgotos, expressos em valores *per capita* (**Tabela 59**).

Tabela 59 - Características típicas de diversos sistemas de tratamento de esgotos, expressos em valores per capita.

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

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2014)

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

A partir dos dados e informações coletados no diagnóstico, e ainda de acordo com os estudos realizados nos tópicos anteriores, recomenda-se as seguintes intervenções listadas na **Tabela 60**, para o município de Maxaranguape.

Tabela 60 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Urbana, em relação ao sistema de esgotamento sanitário.

Zona Urbana			
Componentes do Sistema de esgotamento sanitário	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Definição de alternativas de tratamento	1. Ausência de sistema de tratamento público de esgoto na sede; 2. Baixa existência de tratamentos individuais (fossa séptica). 3. Elevada existência de fossas rudimentares;	1. Elaborar projeto para implantação de um sistema de tratamento do tipo lagoa anaeróbia facultativa; 2. Proibir os sistemas de tratamentos individuais existentes; 3. Proibir o uso de fossas rudimentares.	1. Curto prazo (até 2025) 2. Curto prazo (até 2025) 3. Curto prazo (até 2025)
Ligações de esgoto	1. Ausência de cadastro das ligações existentes; 2. Ausência de ligações em parte da sede.	1. Realizar e manter atualizado o cadastro técnico e comercial das ligações existentes; 2. Incentivar a execução de ligações na rede coletora.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021)
Rede de coleta	1. Ausência de cadastro da rede coletora existente; 2. Ausência de rede coletora em parte da sede. 3. Rede implantada em parte da sede, porém sem funcionalidade e, por conseguinte sem manutenção	1. Realizar e manter atualizado o cadastro técnico e comercial da rede existente; 2. Ampliar a infraestrutura da rede coletora; 3. Planejar e realizar manutenções regulares na rede coletora.	1. Imediato (até 2021) 2. Curto prazo (até 2025) 3. Imediato (até 2021)
Poços de visita	1. Ausência de cadastro de poços de visita existentes; 2. Ausência de manutenção regular dos poços de visita.	1. Realizar e manter atualizado o cadastro técnico e comercial dos poços de visita existentes; 2. Planejar e realizar manutenções regulares nos poços de visita; 3. Implantar poços de visita nas áreas em que houver ampliação da rede coletora.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Curto prazo (até 2025)
Estação elevatória de esgoto bruto	1. Ausência de elevatória de esgoto bruto	1. Realizar estudo para verificar a necessidade de implantação de uma estação elevatória de esgoto bruto para o SES da sede.	1. Imediato (até 2021)
Estação elevatória de esgoto	1. Ausência de elevatória	1. Realizar estudo para	1. Imediato (até

tratado	de esgoto tratado	verificar a necessidade de implantação de uma estação elevatória de esgoto tratado para o SES da sede.	2021)
Produção de esgoto tratado	1. Baixa produção de esgoto tratado (por sistemas individuais)	1. Aumentar a taxa de produção de esgoto tratado, com a futura implantação do sistema de tratamento coletivo; 2. Cessar a produção de esgoto tratado por sistemas individuais.	1. Médio prazo (até 2029) 2. Médio prazo (até 2029)

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

Nas áreas rurais de Maxaranguape 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 61** mostra a eficiência do uso combinado entre o tanque séptico e demais tipos de tratamentos. A **Tabela 62**, 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 61 - 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 62 - 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 61** e **Tabela 62**, recomenda-se as seguintes intervenções listadas na **Tabela 63**, para a zona rural do município de Maxaranguape.

Tabela 63 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural, em relação ao sistema de esgotamento sanitário.

Zona Rural			
Componentes do Sistema de esgotamento sanitário	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Definição de alternativas de tratamento	1. Ausência de sistema de tratamento público de esgoto; 2. Baixa existência de tratamentos individuais (fossa séptica); 3. Elevada existência de fossas rudimentares; 4. Precariedade nas estruturas sanitárias dos domicílios.	1. Realizar estudo de viabilidade para implantação de soluções individuais e/ou coletivas nas comunidades rurais, considerando as particularidades de cada uma delas; 2. Proibir o uso de fossas rudimentares; 3. Participar de editais para obtenção de recursos financeiros para implantação de projeto de melhorias sanitárias; 4. Oferecer auxílio técnico e financeiro para a instalação de fossas sépticas que atendam aos padrões especificados; 5. Estudo de viabilidade de local adequado para criação de ETE específica para tratamento dos lodos de fossas sépticas.	1. Imediato (até 2021) 2. Curto prazo (até 2025) 3. Imediato (até 2021) 4. Imediato (até 2021) 5. Imediato (até 2021)
Ligações de esgoto	1. Ausência de ligações nas comunidades rurais.	Não aplicável	Não aplicável
Rede de coleta	1. Ausência de rede coletora nas comunidades rurais.	Não aplicável	Não aplicável
Poços de visita	1. Ausência de poços de visita nas comunidades rurais	Não aplicável	Não aplicável
Estação elevatória de esgoto bruto	1. Ausência de elevatória de esgoto bruto	Não aplicável	Não aplicável
Estação elevatória de esgoto tratado	1. Ausência de elevatória de esgoto tratado	Não aplicável	Não aplicável
Produção de esgoto tratado	1. Baixa produção de esgoto tratado (por sistemas individuais)	1. Aumentar a taxa de produção de esgoto tratado, com futura implantação de adequado sistema de tratamento individuais;	1. Curto prazo (até 2025)
Disposição final	1. Disposição inadequada de esgoto a céu aberto no próprio terreno das residências.	1. Ofertar limpeza/esgotamento periódico das fossas implantadas com caminhões limpa-fossa, conforme demanda das comunidades; 2. Promover ações de educação sanitária para sensibilizar a população quanto aos riscos dos despejos de irregulares de esgoto e o uso inadequado do SES. 3. Elaborar projeto para implantação de sistemas simplificados de reúso de águas residuais no âmbito rural.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Imediato (até 2021)

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

Destaca-se que na revisão do PMSB deve-se reavaliar as alternativas técnicas adotadas, uma vez que haverá maior disponibilidade de dados, o que tornará possível a

realização de uma avaliação mais minuciosa acerca da eficiência do sistema planejado e instalado até o momento de cada revisão.

4.4.4 Comparação das alternativas de tratamento local ou centralizado dos esgotos

A avaliação e seleção da tecnologia mais adequada para o tratamento de esgotos domésticos devem considerar a concepção do sistema de tratamento, os custos relativos à construção, operação e manutenção, assim como a reparação e substituição do sistema nos casos em que for preciso. As técnicas existentes para o tratamento de esgotos domésticos incluem duas abordagens básicas: centralizadas ou descentralizadas (MOUSSAVI et al., 2010).

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

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

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

Em relação aos sistemas de esgotos centralizados, observa-se que estes são sistemas de esgotamento sanitário públicos e coletivos, que possuem uma ETE como sua unidade de referência centralizada que recebem todos os esgotos coletados e transportados, sendo assim denominados “sistemas centralizados”. Em seus limites insere-se uma ou mais bacias de esgotamento sanitário e toda a abrangência da área

urbana atendida pela rede coletora de esgotos. Para a ETE convergem todos os esgotos gerados nos limites do sistema de esgotamento sanitário.

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

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

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

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

Os sistemas centralizados exigem menos participação e conscientização pública, porém o seu tratamento requer mais energia e materiais, aumentando o custo. Por outro

lado, os sistemas descentralizados tratam as águas residuárias de casas e prédios individualmente, realizando o tratamento e o descarte próximo ao ponto de geração (USEPA, 2004).

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

No tratamento centralizado existe a vantagem de que os sistemas não exigirem participação direta do usuário, pois se encontram longe do local de geração e a rotina operacional funciona através de uma companhia de saneamento. O tratamento descentralizado por sua vez requer maior participação do usuário e a operação não adequada pode causar impacto e riscos 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 Maxaranguape, em virtude de topografia, entende-se que a opção pelo tratamento a ser adotada será o de forma centralizada para a área urbana.

Conforme descrito no diagnóstico, verifica-se que o município não apresenta coleta de esgoto, logo possui unidades de fossa séptica e a grande maioria das edificações utilizam fossas negras (rudimentares), inclusive com lançamento das águas cinzas a céu aberto, não apresentando, portanto, exatamente o formato do sistema descentralizado. Não há a inspeção pelo município nos sistemas adotados, bem como não há manutenção do sistema pelo usuário. (Caso essa situação não se aplique, adequar este parágrafo).

Ressalta-se a importância de considerar a oportunidade de implantação de reúso do efluente das estações de tratamento de esgoto a ser implantadas no município. Tendo em vista as características dos corpos hídricos (intermitentes), a constante escassez hídrica que causa pressões sobre os diversos usos da água, a importância econômica das atividades agropecuárias para o município, e a capacidade de remoção de nutrientes (prejudiciais aos corpos hídricos e necessários ao cultivo) possibilitado pelo reúso, identifica-se o potencial desta ação e os grandes benefícios que podem ser alcançados.

Não deixando de ponderar sobre a necessidade de estudos que embasem sua aplicação da maneira mais viável do ponto de vista social, ambiental e econômico, indicando todas as demandas técnicas para correta aplicação e as barreiras sanitárias para cada tipo de reúso.

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

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

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

4.4.5 Previsão dos eventos de emergência e contingência

Os planos de ações de contingência e emergência tratam dos principais instrumentos de operação e manutenção dos sistemas de tratamento de esgotamento sanitário, ou seja, estabelece a forma de atuação do responsável pelo sistema de esgotamento sanitário, de modo que contemple ações preventivas e corretivas, para garantir a segurança e a continuidade operacional das instalações de esgotamento sanitário, bem como minimizar os efeitos de eventos indesejados e interrupções na prestação dos serviços. As principais ocorrências adversas e suas ações de correção são apresentadas na Tabela 60.

Tabela 64 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de esgotamento sanitário e suas respectivas ações.

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

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

4.5 INFRAESTRUTURA DE ÁGUAS PLUVIAIS

O processo de crescimento populacional merece atenção por parte dos gestores, principalmente quanto às questões que envolvem a ocupação de áreas possíveis de alagamento. Isso porque a urbanização desordenada de uma bacia hidrográfica pode acarretar, por exemplo, no aumento das superfícies impermeáveis, como telhados, ruas e pisos, aumentando a velocidade do escoamento superficial.

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

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

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

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

Nesse sentido, as intervenções recomendadas para o serviço de drenagem e manejo das águas pluviais do município de Maxaranguape 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 65**.

Tabela 65 - Precipitações máximas diárias anuais do município de Maxaranguape.

Ano	Precipitação máxima diária (mm)	Ano	Precipitação máxima diária (mm)
1963	46,4	1987	51,0
1964	84,4	1988	105,3
1965	58,8	1989	78,5
1966	44,5	1990	37,6
1967	100,1	1991	75,4
1968	59,9	1992	152,8
1969	69,9	1993	143,6
1970	59,6	1994	158,6
1971	73,0	1995	136,8
1972	95,1	1996	62,8
1973	48,1	1997	98,6
1974	105,3	1998	198,6
1975	55,2	1999	117,2
1976	101,3	2000	112,4
1977	76,6	2001	87,8
1978	55,9	2002	70,2
1979	40,9	2003	96,5
1980	53,4	2004	163,6
1981	128,6	2005	200,0
1982	69,1	2006	97,5
1983	66,8	2007	114,5
1984	60,5	2008	157,2
1985	74,4	2009	185,0
1986	66,2	2010	68,5
Média		Desvio-padrão	
93,0 mm		42,5 mm	

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

Os dados de precipitação máxima diária anual do município de Maxaranguape 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 66**.

Tabela 66 - 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 FUJITA (1980).

Os valores de precipitações máximas diárias, probabilidade e tempo de retorno para a série histórica de 48 anos do município de Maxaranguape estão detalhados na **Tabela 67**.

Tabela 67 - 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	200,00	0,020	49,000
2	198,60	0,041	24,500
3	185,00	0,061	16,333
4	163,60	0,082	12,250
5	158,60	0,102	9,800
6	157,20	0,122	8,167
7	152,80	0,143	7,000
8	143,60	0,163	6,125
9	136,80	0,184	5,444
10	128,57	0,204	4,900
11	117,20	0,224	4,455
12	114,50	0,245	4,083
13	112,40	0,265	3,769

14	105,33	0,286	3,500
15	105,33	0,306	3,267
16	101,30	0,327	3,063
17	100,07	0,347	2,882
18	98,60	0,367	2,722
19	97,50	0,388	2,579
20	96,50	0,408	2,450
21	95,13	0,429	2,333
22	87,80	0,449	2,227
23	84,37	0,469	2,130
24	78,53	0,490	2,042
25	76,60	0,510	1,960
26	75,43	0,531	1,885
27	74,37	0,551	1,815
28	73,00	0,571	1,750
29	70,20	0,592	1,690
30	69,93	0,612	1,633
31	69,10	0,633	1,581
32	68,50	0,653	1,531
33	66,77	0,673	1,485
34	66,17	0,694	1,441
35	62,80	0,714	1,400
36	60,50	0,735	1,361
37	59,93	0,755	1,324
38	59,60	0,776	1,289
39	58,83	0,796	1,256
40	55,93	0,816	1,225
41	55,17	0,837	1,195
42	53,37	0,857	1,167
43	50,97	0,878	1,140
44	48,10	0,898	1,114
45	46,37	0,918	1,089
46	44,50	0,939	1,065
47	40,87	0,959	1,043
48	37,63	0,980	1,021

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

Visando a análise de precipitações máximas e tempo de retorno correspondente aos valores da Tabela 67, foi utilizado 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 adotado 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 68**.

Tabela 68 - Cálculo das precipitações máximas diárias através da distribuição de Gumbel.

Variáveis	Valores obtidos usando a distribuição de Gumbel							
β	33,12	33,12	33,12	33,12	33,12	33,12	33,12	33,12
α	73,89	73,89	73,89	73,89	73,89	73,89	73,89	73,89
Período de retorno T	2,0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	50,0	100,0
F (1 dia; T)	0,50	0,80	0,90	0,93	0,95	0,96	0,98	0,99
P (1 dia; T) mm	86,03	123,56	148,42	162,44	172,25	179,82	203,11	226,23

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

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 69**).

Tabela 69 - Relações entre durações.

Relação	Coeficiente
5min/30min	0,34
10min/30min	0,54
15min/30min	0,7
20min/30min	0,81

25min/30min	0,91
30min/1h	0,74
1h/24h	0,42
6h/24h	0,72
8h/24h	0,78
10h/24h	0,82
12h/24h	0,85
24h/1dia	1,14

Fonte: TUCCI (1993).

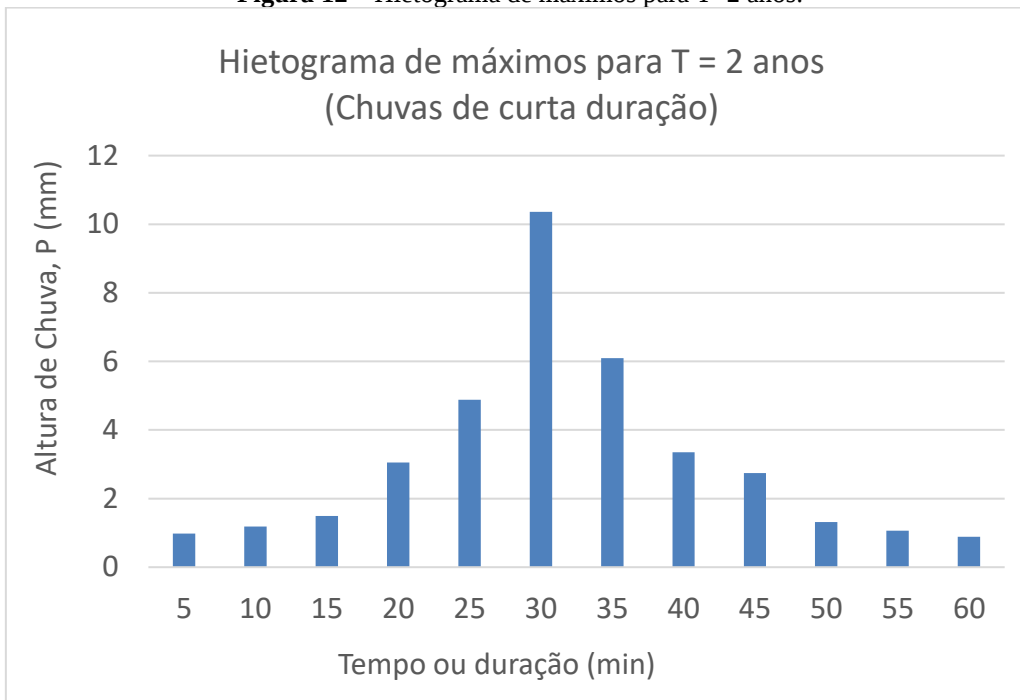
Os coeficientes utilizados apresentam certa limitação, uma vez que para a construção do hietograma é necessário o valor da precipitação de 5 a 60 minutos, com intervalos de 5 minutos para as chuvas de curta duração. Enquanto para as chuvas de longa duração, é necessário que se tenha dados de precipitação de 1 a 24 horas, com intervalos de hora em hora. Verificou-se que a relação entre o tempo e o coeficiente apresentava comportamento logarítmico, apresentando o valor de correlação (R^2) de 0,99. Desta forma, utilizou-se da interpolação para encontrar os coeficientes que atendessem ao intervalo de tempo desejado. E com os coeficientes e os dados diários de precipitação, foram construídos os hietogramas críticos para projetos e estudos hidrológicos, sendo considerados em duas situações:

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

4.5.1.2 Chuvas de curta duração (microdrenagem)

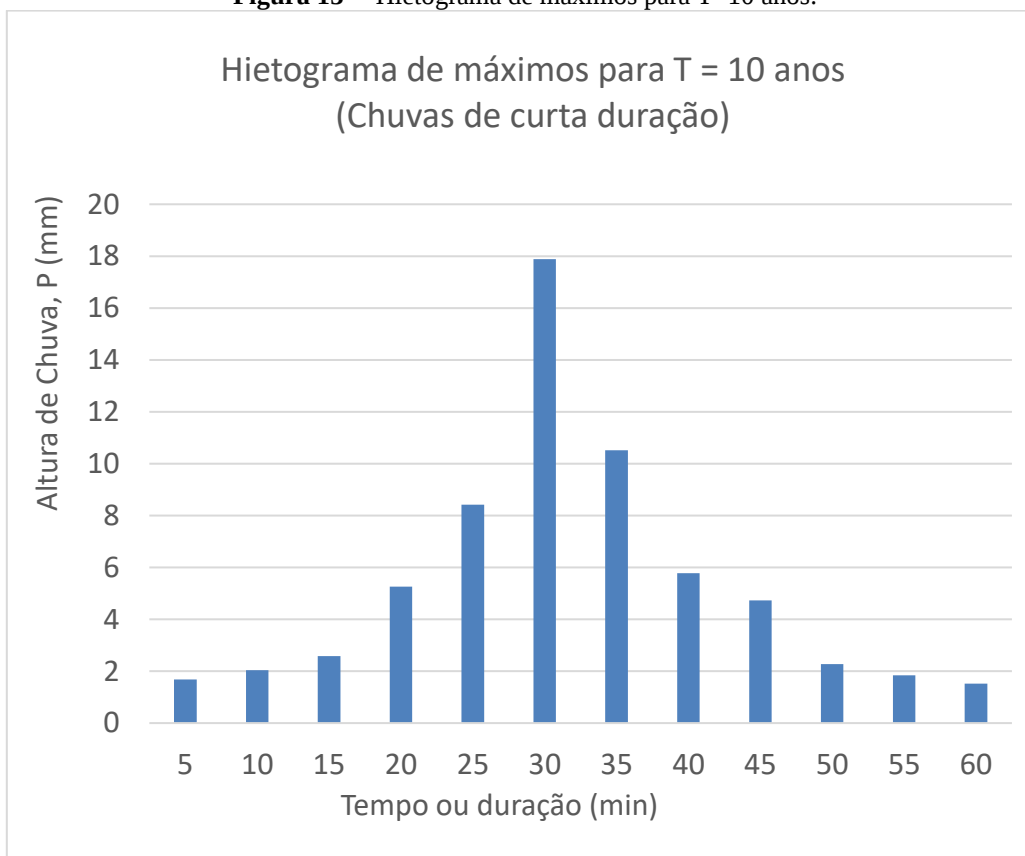
A Figura 12, Figura 13 e Figura 14, apresentam os hietogramas críticos para projetos e estudos hidrológicos para as durações de até 60 minutos para os tempos de retorno de 2, 10 e 25 anos. A chuva máxima dos 60 minutos contempla todas as chuvas máximas inferiores a 60 minutos.

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



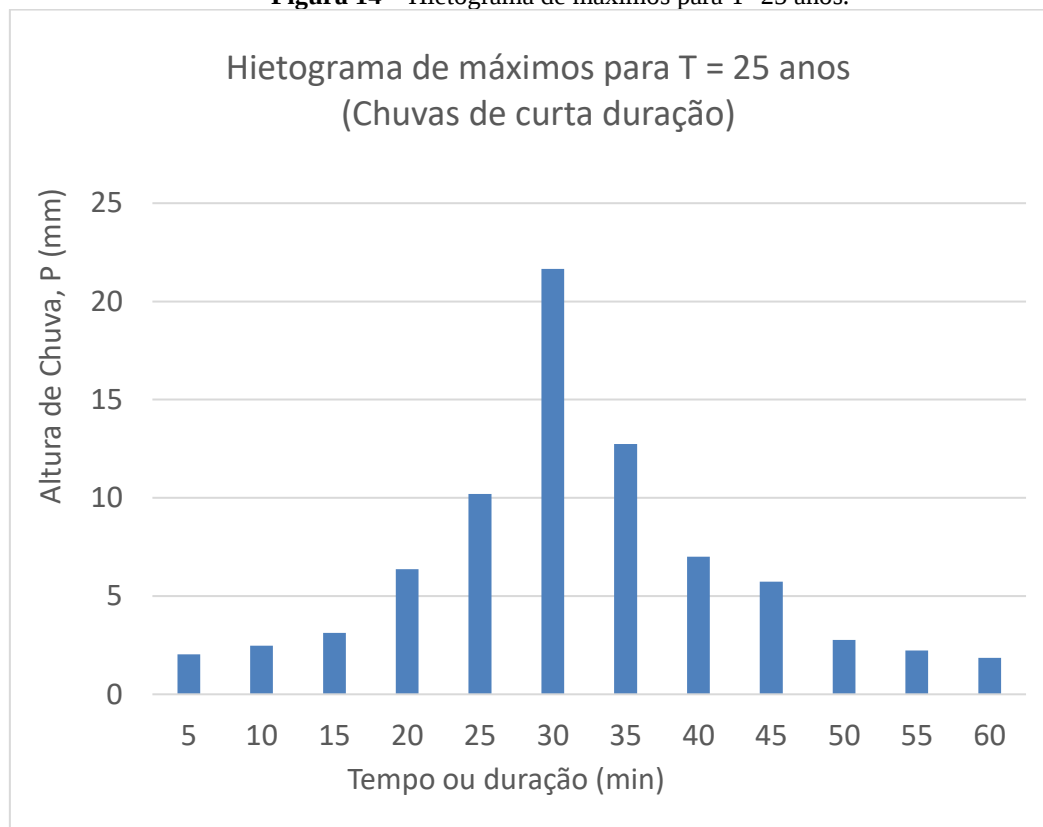
Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN.

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



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN.

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

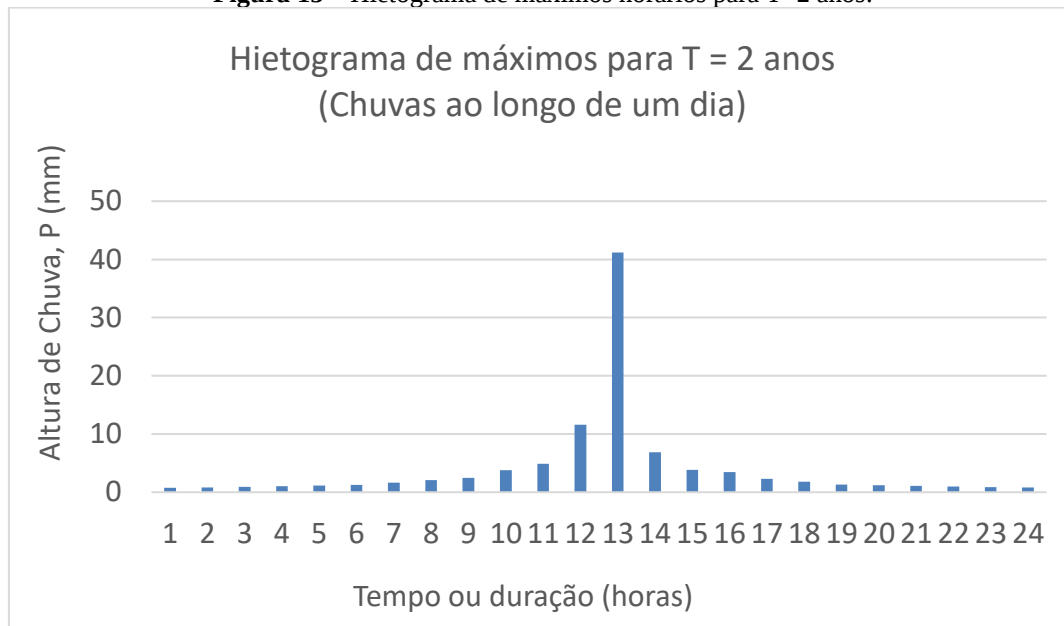


Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN.

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

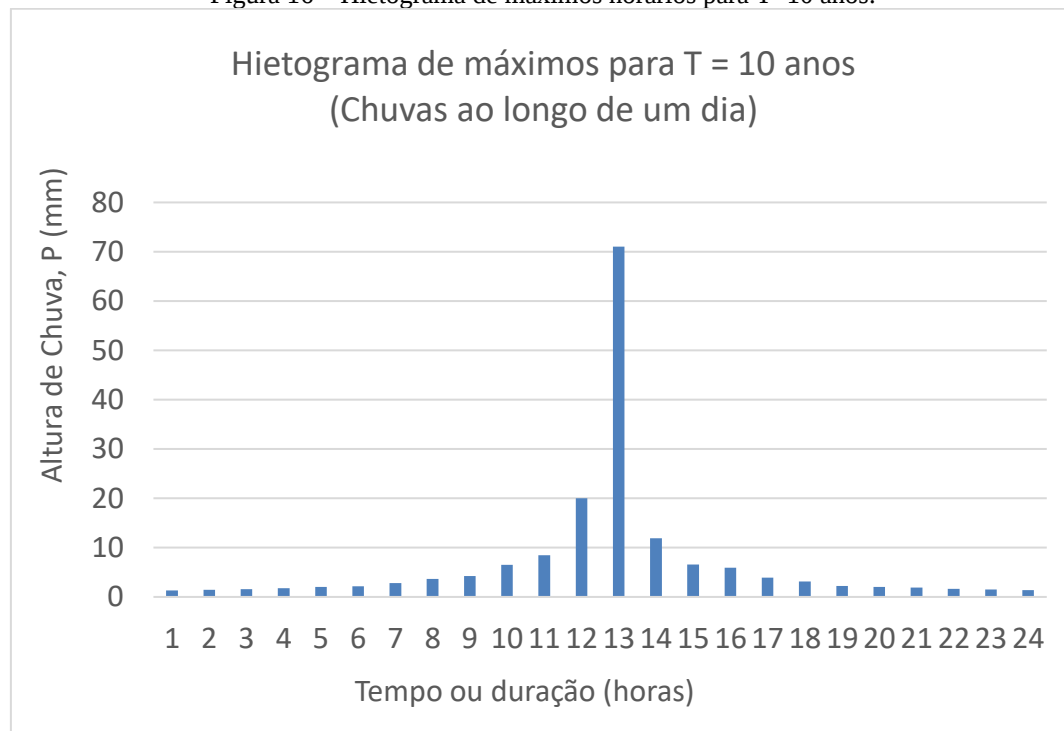
A Figura 15, a Figura 16 e a Figura 17 apresentam os hietogramas críticos para projetos e estudos hidrológicos para as durações de até 24 horas para os tempos de retorno de 2, 10 e 25 anos. A chuva máxima de 24 horas contempla todas as chuvas máximas inferiores a 24 horas.

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



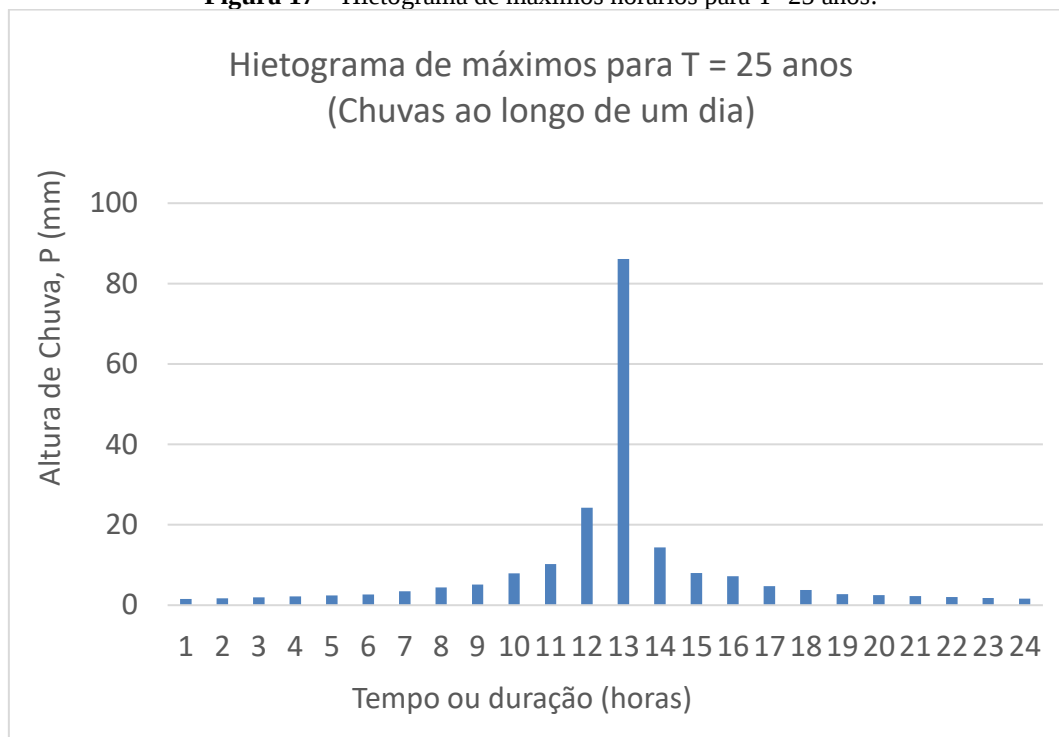
Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN.

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



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN.

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



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN.

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 Maxaranguape apresenta alguns problemas que dificultam o atendimento da demanda atual pelo serviço, tais como diversos pontos de alagamento e erosão, pontos sem infraestrutura de drenagem ou sujeitos a deslizamentos de encostas, formação de grotões ou ravinas, inundações, proliferação de vetores, etc.

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 Maxaranguape.

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, consequentemente, 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 Maxaranguape, 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 do rio Maxaranguape;
- 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 retenção do escoamento adicional gerado pelas superfícies urbanas.

Nesse contexto, as medidas compensatórias de controle na fonte envolvem quatro tipos de ações (RIGHETTO et al., 2009):

- Planejamento, projeto e implantação de estruturas de retenção e armazenamento;
- Manutenção adequada das superfícies permeáveis e impermeáveis;
- Educação e treinamento como forma de conscientizar a população para os problemas ambientais, e sua relação com a água;
- Regulamentação, vigilância e mecanismos de sanções.

Em relação aos dispositivos técnicos utilizados para reduzir o escoamento superficial das águas de chuva no ambiente urbano, tem-se:

- Utilização de reservatórios para acumulação e infiltração de águas de chuva em prédios, empreendimentos comerciais, industriais, esportivos, de lazer (bacias de retenção);
- Implantação de valetas, trincheiras e poços drenantes;
- Implantação de calçadas e sarjetas permeáveis;
- Implantação de pátios e estacionamentos permeáveis;
- Multiplicação de áreas verdes em espaços públicos e privados livres da cidade.

A seguir apresentam-se alguns exemplos de soluções de baixo impacto para o manejo de águas pluviais do tipo de controle na fonte, com suas respectivas características e aplicações.

Bacias de 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 retenção e infiltração, por sua vez, não possuem dimensões longitudinais muito maiores do que as transversais e as profundidades são reduzidas (BAPTISTA et al., 2005). No entanto, o objetivo destas soluções é o mesmo: reter e infiltrar parte da água de escoamento.

Pavimento permeável

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

Nesse sistema, os blocos são assentados numa camada de areia e os espaços vazios preenchidos com material granular ou grama. Em geral, são projetados para suportar cargas dinâmicas de veículos leves em áreas de estacionamentos. Constitui uma boa alternativa não convencional para redução do efeito da impermeabilização sobre a drenagem, atuando como um reservatório. Além disso, a utilização do pavimento permeável pode resultar em menores custos e um sistema de drenagem mais eficiente (CRUZ et al., 1999).

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

Tabela 70 – Principais características das medidas de controle de escoamento na fonte.

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

Fonte: TUCCI e BERTONI, 2003.

A **Tabela 70** resume as principais características das medidas de controle de escoamento na fonte apresentadas anteriormente. Destaca-se que não é possível a padronização das intervenções, sendo necessário adequá-las à realidade local do município. A análise das características físicas, das condições de ocupação de cada bacia e da infraestrutura de drenagem existente permitirá a indicação e o detalhamento de medidas e ações específicas para cada realidade, no que diz respeito ao controle dos espaços das águas e dos impactos no sistema de drenagem dessas bacias.

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

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

4.5.4 Diretrizes para o tratamento de fundos de vale

Os fundos de vale são espaços que dispõem de cota altimétrica inferior, geralmente com relevo acidentado, formando uma calha por onde as águas pluviais escoam. Em decorrência da urbanização, é comum a degradação destes ambientes, resultando no afastamento físico, social e cultural da população em relação aos rios e córregos urbanos (MORETTI, 2000).

Além disso, muitas vezes estas calhas são canalizadas e 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 Maxaranguape, considerando suas características topográficas, sugerem-se as seguintes soluções a serem adotadas como diretrizes para o tratamento de fundos de vale:

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

- Implantar parques lineares nas áreas desapropriadas contribuindo para o controle de cheias, retardando e reduzindo os escoamentos gerados na bacia através de medidas de armazenamento e infiltração.
- Implantar um programa de educação ambiental junto à comunidade, de forma a sensibilizá-la para a necessidade de conservação da drenagem e dos recursos hídricos e informá-la a respeito dos possíveis impactos na vida de cada um.

Deste modo, considerando os aspectos observados no diagnóstico, bem como de acordo com o discutido neste estudo, recomenda-se as seguintes intervenções listadas na

Tabela 71, para a zona urbana e da **Tabela 72** para a Zona Rural do município de Maxaranguape.

Tabela 71 - 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	Prioridade
Áreas de risco	Ausência de mapeamento das áreas de risco	1. Realizar o mapeamento e caracterização das áreas de risco; 2. Realizar o cadastramento das moradias e moradores estabelecidos nas áreas de risco; 3. Elaborar estudo para proceder à desapropriação e relocação dos moradores e imóveis particulares existentes nas áreas de riscos; 4. Implantar programas de acompanhamento psicossocial da população realocada.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Curto prazo (até 2025) 4. Longo prazo (até 2037)	
Infraestrutura existente	1. Ausência de cadastro da infraestrutura de drenagem 2. Elementos da microdrenagem inadequados ou insuficientes 3. Ausência de manutenção regular do sistema de drenagem existente	1. Realizar cadastro detalhado da infraestrutura de drenagem do município; 2. Avaliar a eficiência dos elementos da microdrenagem; 3. Ampliar o sistema e serviços de drenagem existentes; 4. Planejar e realizar a limpeza e manutenção	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Curto prazo (até 2025) 4. Imediato (até 2021)	

Pavimentação	Ausência de pavimentação em algumas ruas da sede	Implementar pavimentação permeável nas ruas sem pavimento	Curto prazo (até 2025)	
Medidas de controle para o assoreamento de cursos d'água e de bacias de detenção	1. Ausência de medidas de controle de assoreamento de cursos d'água e de bacias de detenção	1. Planejar a recuperação e revitalização de áreas ribeiras e das matas ciliares ao longo de cursos d'água naturais; 2. Implantar parques lineares nas áreas desapropriadas; 3. Implantar valas e planos de infiltração em pontos estratégicos do município.	1. Médio prazo (até 2029) 2. Médio prazo (até 2029) 3. Imediato (até 2021)	
Medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos sólidos no corpo d'água	1. Descarte de resíduos nas vias públicas e nos corpos d'água	1. Implantação das ações previstas no Plano Intermunicipal de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana.	1. Imediato (até 2021)	
Diretrizes de controle do escoamento na fonte	1. Ausência de diretrizes de controle de escoamento na fonte	1. Aprovação de instrumentos legais que estabeleçam diretrizes de controle de escoamento na fonte; 2. Estabelecer padrões para criação de áreas de infiltrações nos terrenos públicos e privados; 3. Estabelecer critérios para implantação de medidas de controle que assegurem as condições de qualidade da água.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Imediato (até 2021)	
Diretrizes para o tratamento de fundos de vale	1. Ausência de diretrizes para o tratamento de fundos de vale	1. Aprovação de instrumentos legais que estabeleçam diretrizes de para o tratamento de fundos de vale; 2. Realizar mapeamento e caracterização das áreas de restrição de ocupação em fundos de vale; 3. Realizar a limpeza e manutenção dos fundos de vale regularmente de forma planejada.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Imediato (até 2021)	

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

Tabela 72 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda observada para a Zona Rural, em relação à Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais.

Zona Rural				
Componentes da Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta	Prioridade
Áreas de risco	Ausência de 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 2021) 2. Imediato (até 2021)	
Infraestrutura existente	Infraestrutura apenas nas vias principais	1. Realizar estudo para verificar a necessidade e viabilidade da implementação de elementos de drenagem nas comunidades rurais.	1. Imediato (até 2021)	
Pavimentação	Presença de pavimentação na área central das comunidades rurais	1. Realizar manutenção da pavimentação existente; 2. Implantar pavimentação permeável na área central das comunidades em que não existe pavimentação.	1. Imediato (até 2021) 2. Curto prazo (2025)	
Medidas de controle para o assoreamento de cursos d'água e de bacias de retenção	1. Ausência de medidas de controle de assoreamento de cursos d'água e de bacias de retenção	1. Planejar a recuperação das matas ciliares ao longo dos cursos d'água naturais.	1. Curto prazo (2025)	
Medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos sólidos no corpo d'água	1. Descarte de resíduos diretamente nos corpos d'água	1. Realizar coleta de resíduos regularmente; 2. Promover ações de educação ambiental que estimulem a população a colaborar com a coleta e evitar a poluição dos corpos d'água.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021)	
Diretrizes de controle do escoamento na fonte	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável	
Diretrizes para o tratamento de fundos de vale	1. Ausência de diretrizes para o tratamento de	1. Aprovação de instrumentos legais que estabeleçam	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até	

	fundos de vale	diretrizes de para o tratamento de fundos de vale; 2. Realizar mapeamento e caracterização das áreas de restrição de ocupação em fundos de vale; 3. Realizar a limpeza e manutenção dos fundos de vale regularmente de forma planejada.	2021) 3. Imediato (até 2021)	
--	----------------	--	--	--

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

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 73**.

Tabela 73 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de drenagem de águas pluviais.

Evento	Origem Possível
Alagamentos localizados	8. Boca de lobo e ramal assoreado e/ou entupido; 9. Deficiência de escoamento da água pluvial na boca de lobo; 10. Inexistência ou ineficiência de rede de drenagem urbana; 11. Assoreamento do córrego; 12. Ações de vandalismo.
Eventos de processos erosivos	1. Inexistência ou ineficiência de rede de drenagem urbana; 2. Inexistência ou ineficiência de dissipadores de energia; 3. Inexistência de APP/áreas protegidas.
Eventos de mau cheiro na rede pluvial e entupimentos	1. Interligações irregulares de esgoto nas galerias pluviais; 2. Resíduos lançados nas bocas de lobo; 3. Ineficiência da limpeza das bocas de lobo.
Eventos extremos	1. Destruição de moradias por inundações/alagamentos; 2. População desabrigada.

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

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 Metropolitana do Estado do Rio Grande do Norte (PIRS – Metropolitana/RN), de 2016, fornece a composição gravimétrica de resíduos sólidos para o Município de Maxaranguape, a partir dela é possível observar o percentual em peso por tipo de resíduos sólidos em relação ao total da amostra, dos quais 20% se refere a resíduos recicláveis, 37,49% a matéria orgânica, e, 37,57% a rejeitos.

A média de geração diária de resíduos sólidos urbanos diagnosticada para o município é de 6.395,40 kg/dia. A geração per capita de resíduos sólidos urbanos do município é de 0,55

kg/hab.dia. É importante considerar também a média regional e estadual que são 0,78 kg/hab.dia e 0,74 kg/hab.dia, respectivamente (RIO GRANDE DO NORTE, 2015).

Observando-se a média regional e estadual percebe-se uma convergência de aumento 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 Maxaranguape 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 74** é apresentada projeção do cenário acima proposto para a geração e destinação final dos resíduos sólidos para o Município de Maxaranguape. 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.



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB
Prospectiva e Planejamento Estratégico



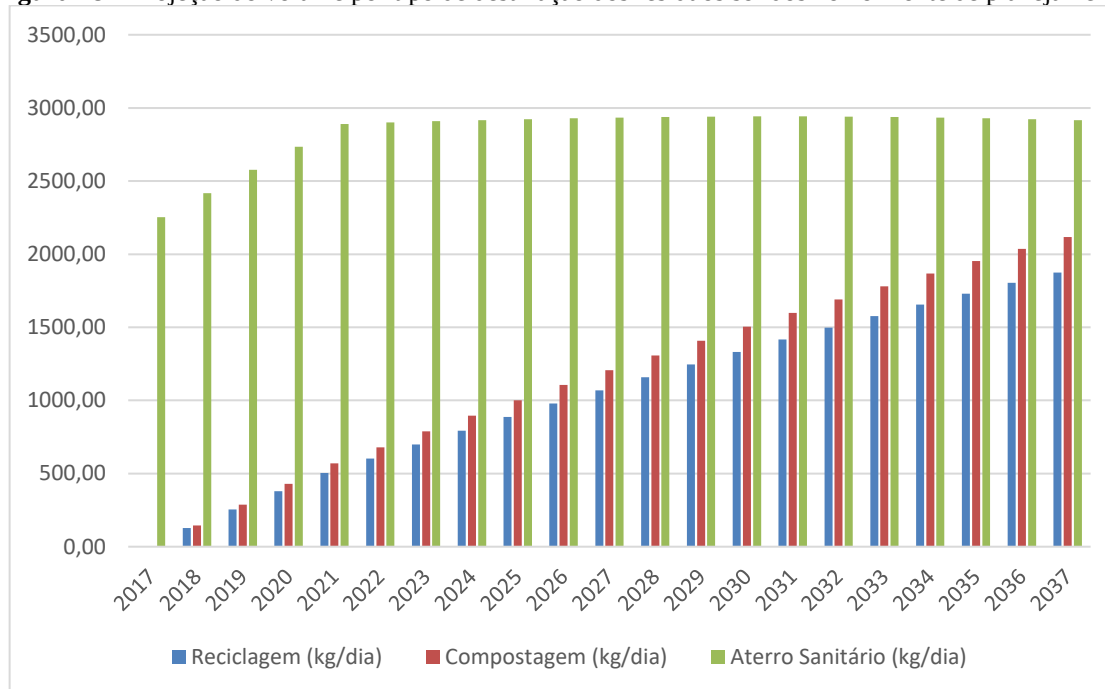
Tabela 74 – Projeção do cenário para a geração e destinação final dos resíduos sólidos para a Zona Urbana do Município Maxaranguape.

ANO	POPULAÇÃO URBANA												
	Recicláveis	20,00%	Matéria Orgânica	37,49%	Índice de recuperação dos recicláveis	75%		Cobertura da Coleta		Destinação ambientalmente adequada			
	População (hab)	Geração											
		Per capita (kg/hab.dia)	Total Diária (kg/dia)	Total Anual (ton/ano)	Recicláveis (kg/dia)	Matéria Orgânica (kg/dia)	Rejeito (kg/dia)	Convencional (%)	Seletiva (%)	Reciclagem (kg/dia)	Passíveis de recuperação para reciclagem	Compostagem (kg/dia)	Disposição Final (kg/dia)
2018	4708	0,55	2589,40	945,13	517,88	970,77	1100,75	100%	0%	0,00	0,00	0,00	2589,40
2019	4774	0,54	2599,44	948,80	519,89	974,53	1105,02	100%	10%	51,99	38,99	97,45	2463,00
2020	4837	0,54	2607,41	951,70	521,48	977,52	1108,41	100%	20%	104,30	78,22	195,50	2333,68
2021	4899	0,53	2614,42	954,26	522,88	980,15	1111,39	100%	30%	156,87	117,65	294,04	2202,73
2022	4958	0,53	2619,45	956,10	523,89	982,03	1113,53	100%	40%	209,56	157,17	392,81	2069,47
2023	5016	0,52	2623,59	957,61	524,72	983,58	1115,29	100%	47%	246,62	184,96	462,28	1976,34
2024	5072	0,52	2626,35	958,62	525,27	984,62	1116,46	100%	54%	283,65	212,73	531,69	1881,92
2025	5125	0,51	2627,26	958,95	525,45	984,96	1116,85	100%	61%	320,53	240,39	600,83	1786,04
2026	5177	0,51	2627,38	958,99	525,48	985,00	1116,90	100%	68%	357,32	267,99	669,80	1689,58
2027	5226	0,50	2625,72	958,39	525,14	984,38	1116,19	100%	75%	393,86	295,39	738,29	1592,04
2028	5273	0,50	2622,84	957,34	524,57	983,30	1114,97	100%	82%	430,15	322,61	806,31	1493,92
2029	5317	0,49	2618,28	955,67	523,66	981,59	1113,03	100%	89%	466,05	349,54	873,62	1395,12
2030	5360	0,49	2613,06	953,77	522,61	979,64	1110,81	100%	96%	501,71	376,28	940,45	1296,33
2031	5395	0,48	2603,82	950,40	520,76	976,17	1106,89	100%	100%	520,76	390,57	976,17	1237,08
2032	5427	0,48	2593,08	946,47	518,62	972,14	1102,32	100%	100%	518,62	388,96	972,14	1231,97
2033	5457	0,47	2581,34	942,19	516,27	967,74	1097,33	100%	100%	516,27	387,20	967,74	1226,39
2034	5483	0,47	2567,70	937,21	513,54	962,63	1091,53	100%	100%	513,54	385,15	962,63	1219,91
2035	5506	0,46	2552,68	931,73	510,54	957,00	1085,15	100%	100%	510,54	382,90	957,00	1212,78
2036	5526	0,46	2536,34	925,76	507,27	950,87	1078,20	100%	100%	507,27	380,45	950,87	1205,01
2037	5542	0,45	2518,24	919,16	503,65	944,09	1070,51	100%	100%	503,65	377,74	944,09	1196,42
2038	5555	0,45	2498,91	912,10	499,78	936,84	1062,29	100%	100%	499,78	374,84	936,84	1187,23

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

Na **Figura 18** pode-se melhor visualizar a evolução dos resultados das metas estabelecidas, no horizonte de planejamento, para o volume de resíduos sólidos gerados, por tipo de destinação.

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



Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

Para o sucesso no alcance das metas estabelecidas é imprescindível que sejam implantadas, em prazo imediato, meta de desenvolvimento de ações de educação sanitária e ambiental para a população, com vistas tanto à mudança de hábitos de consumo (reduzir o volume de resíduos gerados), quanto a prática de separação de resíduos para possibilitar sua coleta seletiva. Prevê-se a necessidade de estudo, a ser elaborado em prazo imediato, para avaliar qual a melhor forma de coleta seletiva que se adequa a realidade do município, se porta a porta ou através da implantação de Pontos de Entrega Voluntária (PEV).

No que se refere à Zona Rural do município, na **Tabela 75** **Erro! Autoreferência de indicador não válida.** 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 75 – Projeção do cenário para a geração de resíduos sólidos para a Zona Rural do Município Maxaranguape.

Tabela 75 – Projeção do cenário para a geração de resíduos sólidos para a Zona Rural do Município Maxaranguape.												
	POPULAÇÃO RURAL											
	Localidade	Recicláveis	-	Matéria Orgânica	-							
									População (hab)	Geração		
Per capita (kg/hab.dia)	Total Diária (kg/dia)	Total Anual (ton/ano)	Recicláveis (kg/dia)	Matéria Orgânica (kg/dia)	Rejeito (kg/dia)							
AGLOMERADAS	Caraúbas	2100	0,55	1155	421,58	-	-	-				
	Maracajaú	2900	0,55	1595	582,18	-	-	-				
	Assentamento São José	288	0,55	158,4	57,82	-	-	-				
	Assentamento Novo horizonte	570	0,55	313,5	114,43	-	-	-				
	Riacho d'água	357	0,55	196,35	71,67	-	-	-				
	Dom Marcolino	771	0,55	424,05	154,78	-	-	-				
	Assentamento Vale Verde	198	0,55	108,9	39,75	-	-	-				
	Assentamento Nova Vida II	554	0,55	304,7	111,22	-	-	-				
	São Lourenço	99	0,55	54,45	19,87	-	-	-				
	Santa Ana	192	0,55	105,6	38,54	-	-	-				

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

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

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

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

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

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

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

serviço público específico e divisível, prestado ao contribuinte ou posto 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 76 – 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 Maxaranguape.

É indispensável que não somente o município como os geradores responsáveis pelo gerenciamento dos seus resíduos sólidos produzidos, deverão realizar o transporte de seus resíduos, com empresas habilitadas e licenciadas no órgão ambiental do Estado. Sendo o transporte terrestre de resíduos sólidos regulamentado pela NBR 13.221/2010, a qual não se aplica aos materiais radioativos, transportes aéreos, hidroviário, marítimo, assim como ao transporte interno, numa mesma área, do gerador, conforme descrito.

Para definir as regras para as etapas do gerenciamento de resíduos sólidos de responsabilidade do município, as quais contemplam o armazenamento, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento, triagem e reciclagem e destinação final dos resíduos sólidos, foram utilizadas como base a Política Nacional de Resíduos

Sólidos, leis e decretos relacionados, as normas ABNT para o tema, e resoluções do CONAMA. A seguir, serão apresentadas as regras baseadas nas referências citadas, as quais deverão ser seguidas tanto pelo prestador de serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos municipal, quanto por todos os geradores que possuem responsabilidade de gerenciamento dos resíduos sólidos gerados.

Acondicionamento e Coleta (Lei nº12.305, NBR 9.190 e NBR 12.980):

- 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 Maxaranguape, 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, 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, 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.

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 Maxaranguape 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 Maxaranguape 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 Maxaranguape está proposto neste estudo a construção das ações de forma participativa com os municípios e no compartilhamento das soluções, a partir da formação de consórcios intermunicipais que se integram um a um, de forma a cobrir todo o RN.

O Plano de Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado do Rio Grande do Norte e o Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos ordenaram procedimentos que contribuem para uma melhoria no gerenciamento da limpeza urbana, implementação de mecanismos financeiramente compensatórios, compartilhamento de ações entre municípios, construção de consórcios intermunicipais, inserção social dos atuais catadores, proposição de incentivos tributários em atividades voltadas para reciclagem e produção mais limpa e para os municípios que implementem políticas ambientalmente adequadas.

O município de Maxaranguape está inserido no agrupamento Metropolitano, que contém 8 municípios do RN. 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).

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 estabelecido no diagnóstico do sistema, a distinção de realidade da zona urbana do município e da zona rural, deste modo é necessário que estudos distintos sejam realizados para o atendimento das necessidades identificadas no Diagnóstico Técnico-Participativo.

De acordo com os estudos realizados nos tópicos anteriores e das deficiências identificadas na etapa do Diagnóstico Técnico-Participativo, recomenda-se as intervenções listadas na **Tabela 77** e na **Tabela 78**.

Tabela 77 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para o serviço de Limpeza Pública 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 90% da Zona Urbana	1. Alcançar cobertura de 100% da Zona Urbana.	1. Imediato (até 2021)
Coleta Seletiva	1. Ausência da Coleta Seletiva	1. Estudo para avaliar melhor forma de Coleta Seletiva 2. Implantar Coleta Seletiva com cobertura de 100% na Zona Urbana. 3. Realizar ações de Educação Sanitária e ambiental para a população, para a prática de separação de resíduos. 4. Propor formação de cooperativas/associação de catadores	1. Imediato (até 2021) 2. Médio Prazo (até 2029) 3. Imediato (até 2021) 4. Imediato (até 2021)
Disposição Final do Resíduos	1. Disposição inadequada em lixões.	1. Destinar 100% dos resíduos ao aterro metropolitano da grande Natal. 2. Propor Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, para disposição final adequada destes. 3. Remediação dos Lixões e áreas degradadas.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Imediato (até 2021)
Taxa para Resíduos Sólidos Urbanos	1. Ausência da cobrança da taxa do serviço	1. Realização de estudo para analisar possibilidade de cobrança na taxa para execução do serviço.	1. Imediato (até 2021)

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

Tabela 78 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para o serviço de Limpeza Pública e Manejo de Resíduos Sólidos para a Zona Rural.

Zona Rural			
Componente do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Coleta Convencional	1. Ausência de coleta convencional nas comunidades mais afastadas da sede	1. Implantar Coleta Convencional em toda Zona Rural	1. Imediato (até 2021)
Coleta Seletiva	1. Ausência da Coleta Seletiva	1. Estudo para avaliar melhor forma de Coleta Seletiva Implantar Coleta Seletiva com cobertura de 100% na Zona Rural.	1. Imediato (até 2021) 2. Médio Prazo

		2. Implantar Coleta Seletiva com cobertura de 100% na Zona Rural. 3. Realizar ações de Educação Sanitária e ambiental para a população, para a prática de separação de resíduos. 4. Propor formação de cooperativas/associação de catadores	(até 2029) 3. Imediato (até 2021) 4. Imediato (até 2021)
Disposição Final do Resíduos	1. Disposição inadequada em lixões.	1. Destinar 100% dos resíduos ao aterro metropolitano da grande Natal. 2. Ação de sensibilização da população do meio rural, sobre a destinação das embalagens de agrotóxicos, de fertilizantes e de remédios veterinários.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021)
Taxa para Resíduos Sólidos Urbanos	1. Ausência da cobrança da taxa do serviço	1. Realização de estudo para analisar possibilidade de cobrança na taxa para execução do serviço.	1. Imediato (até 2021)

Fonte: Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

4.6.9 Previsão de eventos de emergência e contingência

Com relação à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, os principais eventos emergenciais e as ações de emergência e contingência previstas para o Município de Maxaranguape, estão descritos na **Tabela 79**.

Tabela 79 - 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 Maxaranguape.

REFERÊNCIAS

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

ANA. **Portal de qualidade das águas**. Disponível em <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 29 out 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9649**: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Especificação de Serviço, Rio de Janeiro, 1986.

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

BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. O.; SOUZA, V. C. B.; COSTA, L. S. G. M. Utilização de tecnologias compensatórias no projeto de um sistema de drenagem urbana. In: Congresso Nacional Del Agua, 1998, Santa Fé. **Anais**. Santa Fé: Facultad de Ingenieria y 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: Mcdidades, 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%CDICIA>>. Acesso em: 29 out 2017.

IGARN. **Programa Água Azul – Demonstrativo das Análises das Águas Superficiais do RN.** (2012). Disponível em: <
<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/doc/DOC000000000029757.PDF>>. Acesso em: 29 out 2017.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos: concepções clássicas de tratamento de esgotos**. Vol. 1, p. 41 a 42. São Paulo: Cetesb, 1975.

LIBRALATO, G.; GHIRARDINI, A. V.; AVEZZÙ, F. **To centralise or to decentralise: An overview of the most recent trends in wastewater treatment management**. Journal of Environmental Management 94, 61-68, 2012.

MADEIRA, J. L., SIMÕES, C. C. da S. **Estimativas preliminares da população urbana e rural segundo as unidades da federação, de 1960/1980 por uma nova metodologia**. Revista Brasileira de Estatística, v.33, n.129, p.3-11, jan./mar. 1972.

MASSOUD, M. A.; AKRAM, T.; JOUMANA, A. N. **Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries**. Journal of Environmental Management 90, 652–659, 2009.

MOUSSAVI, G.; FRAROUGH, K.; MEHDI, F. **Performance of a pilot scale up-flow septic tank for on-site decentralized treatment of residential wastewater**. Process Safety and Environmental Protection 88, 47–52, 2010.

MORETTI, Ricardo de Souza. **Terrenos de fundo de vale - conflitos e propostas**. Técnica. São Paulo: PINI, 9 (48): 64-67, 2000.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento – SNIS. **Glossário de Indicadores - Água e Esgotos: Indicadores econômico-financeiros e administrativos**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/glossarios>>. Acesso em 02 de julho de 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Orientações para elaboração de Plano Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PSGIRS para municípios com população inferior a 20 mil habitantes**. Material de Apoio ao Curso a Distância. Brasília, 2013.

NAPHI, I. **A framework for the decentralised management of wastewater in Zimbabwe**. Physics and Chemistry of the Earth 29, 1265–1273, 2004.

NUVOLARI, A. et al. **Esgoto Sanitário: coleta, transporte e reúso agrícola**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

ORTUSTE, F. R. **Living without sanitary sewers in Latin America - The business of collecting fecal sludge in four Latin American cities**. Lima, Peru. World Bank, Water and Sanitation Program. P. 12, 2012.

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

RIGHETTO, A.M. **Hidrologia e recursos hídricos**. São Carlos: EESC/USP. 840 p. 1998.

RIGHETTO, A.; MOREIRA, L. F. F.; SALES, T. E. A. **Manejo de Águas Pluviais Urbanas**. In: RIGHETTO, A. M. (Coord.) **Manejo de Águas Pluviais Urbanas**. Rio de Janeiro: ABES, 396 p., 2009.

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

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

RODRÍGUEZ, L. B. **El tratamiento descentralizado de aguas residuales domésticas como alternativa sostenible para el saneamiento periurbano en Cuba**. Ingeniería Hidráulica y Ambiental, vol. XXX, nº. 1, 2009.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

APÊNDICE A – Relatório da Participação Social



RELATÓRIO DE ATIVIDADE DO MUNICÍPIO DE MAXARANGUAPE:

ETAPA DO PLANO DE TRABALHO:

Fase II, etapa 8

DATA:

22 de setembro de 2019

ATIVIDADE REALIZADA:

Oficina de prospectiva e planejamento estratégico, realizada em Maxaranguape Setor I.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE:

Oficina de prospectiva e planejamento estratégico, realizada em Maxaranguape Setor I.

1. Ocorreu em 22 de setembro de 2019 na escola municipal Germano Gregório em Maxaranguape a partir das 10h a oficina de prospectiva e planejamento estratégico referente ao produto 08 para elaboração do PMSB deste município, estiveram presentes neste evento os engenheiros civis Leonardo França e Gutembergue, ambos participantes do comitê executivo, o Prof. Paulo Eduardo do departamento de engenharia civil da UFRN e Alex Sandro aluno bolsista do programa de engenharia ambiental na UFRN ambos participantes do grupo de coordenação para elaboração dos planos municipais de saneamento básico da UFRN e representando o comitê de coordenação do PMSB de Maxaranguape esteve presente o Sr. Charles de Souto coordenador geral do PMSB de Maxaranguape.
2. O Sr. Charles de Souto iniciou a oficina abordando a importância do PMSB, falando sobre os aspectos legais e norteadores do saneamento básico e caracterizando seus 04 eixos fundamentais de atuação, em seguida expor o

diagnóstico sobre as condições de saneamento básico vividas pela população local detalhando seus principais problemas, assim como também as consequências evidenciadas principalmente na rede municipal de atendimento médico ofertada para a população, foram exemplificadas também, ações simples que podem ser adotadas pela população que visam minimizar os impactos negativos principalmente sobre a ótica da qualidade de higiene e saúde da população, tais quais:

- a. Depositar o lixo nas lixeiras;
 - b. Retirar os calçados antes de entrar em casa;
 - c. Informar as crianças sobre os riscos de brincar em locais contaminados por águas servidas e/ou esgotos, etc.
3. O diretor do SAAE Sr. Charles Souto fez uma breve reivindicação para que os pais dos alunos da rede municipal de ensino de Maxaranguape participassem mais destes eventos sobre Saneamento básico e cobrou mais empenho da população local, por fim abriu um pequeno espaço para sugestões e reivindicações.
 4. O Professor Paulo Eduardo abriu sua fala dispondo da importância e obrigatoriedade dos municípios em elaborar seus PMSB,s tendo em vista que a partir de 2020 o governo Federal não disponibilizará recursos para ações de saneamento para municípios que não possuam estes planos municipais, em seguida o professor Paulo explicou a atividade que deveria ser realizada pela comunidade local sobre a priorização das ações a serem realizadas divididas em pequena, média e alta prioridade, neste momento foram divididos os grupos para preenchimento desta atividade e por fim os grupos escreveram em cartolinas quais os problemas que eles querem que sejam resolvidos de saneamento.

•

COMPROVAÇÃO FOTOGRÁFICA

FOTO	DESCRIÇÃO
	Oficina de prognóstico e planejamento estratégico em Maxaranguape setor I realizada no colégio Germano Gregório a partir das 10h em 22/11/2019, detalhe da apresentação Sr. Charles de Souto.
	Oficina de prognóstico e planejamento estratégico em Maxaranguape setor I realizada no colégio Germano Gregório a partir das 10h em 22/11/2019, detalhe da apresentação Prof. Paulo Eduardo.
	Apresentação da atividade “O que queremos”, cartaz com as reivindicações da população.

EVENTO DE MOBILIZAÇÃO – FASE DE PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO
PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
DO MUNICÍPIO: MAXARANGUAPE.

LISTA DE PRESENÇA – Data: 22/11/2019 – Local: Escola Municipal Germano Gregório
Endereço: Rua Elizabeth nº. SN – Setor I Maxaranguape.

#	NOME COMPLETO	CPF	TELEFONE	INSTITUIÇÃO DE REPRESENTAÇÃO OU RUA/COMUNIDADE ONDE RESIDE
1	LEONARDO FERREIRA DE MOURA	309503.35/5	99961310	Sec. de Educação
2	GUSTAVO CARLOS DE SOUZA	07021574/5	98826430	Sec. Infraestrutura
3	Priscilla Maria dos Santos		92103303	Embraprevidência
4	FABIANA V. DOS SANTOS		96444326	E.M.P.G.G.
5	Thomaz Joaze de Silva		96406621	SANTA ANA
6	Amelia Borges de Oliveira		9229.302	Parque de Aterro
7	Priscilla Andressa Silva de Oliveira		9865.358	Parque de Aterro
8	João Paulo de Oliveira		98821.2209	Colégio Estadual
9	THAIS DANIELE CRUZ DE SOUZA			Parque de Aterro
10	JOSEAN RODRIGUES DA SILVA			Colégio Estadual

1

Ata de registro de presença da oficina de prognóstico e planejamento estratégico de Maxaranguape Setor I, em 22/11/2019.

#	NOME COMPLETO	CPF	TELEFONE	INSTITUIÇÃO DE REPRESENTAÇÃO OU RUA/COMUNIDADE ONDE RESIDE
11	Thais Daniele Cruz de Souza			Parque de Aterro
12	Priscilla Maria dos Santos		92103303	Embraprevidência
13	Priscilla Maria dos Santos		92103303	Embraprevidência
14	Priscilla Maria dos Santos		92103303	Embraprevidência
15	Priscilla Maria dos Santos		92103303	Embraprevidência
16	Priscilla Maria dos Santos		92103303	Embraprevidência
17	Priscilla Maria dos Santos		92103303	Embraprevidência
18	Priscilla Maria dos Santos		92103303	Embraprevidência
19	Priscilla Maria dos Santos		92103303	Embraprevidência
20	Priscilla Maria dos Santos		92103303	Embraprevidência
21	Priscilla Maria dos Santos		92103303	Embraprevidência
22	Priscilla Maria dos Santos		92103303	Embraprevidência
23	Priscilla Maria dos Santos		92103303	Embraprevidência
24	Priscilla Maria dos Santos		92103303	Embraprevidência
25	Priscilla Maria dos Santos		92103303	Embraprevidência
26	Priscilla Maria dos Santos		92103303	Embraprevidência
27	Priscilla Maria dos Santos		92103303	Embraprevidência
28	Priscilla Maria dos Santos		92103303	Embraprevidência
29	Priscilla Maria dos Santos		92103303	Embraprevidência
30	Priscilla Maria dos Santos		92103303	Embraprevidência
31	Priscilla Maria dos Santos		92103303	Embraprevidência

2

Ata de registro de presença da oficina de prognóstico e planejamento estratégico de Maxaranguape Setor I, em 22/11/2019.

#	NOME COMPLETO	CPF	TELEFONE	INSTITUIÇÃO DE REPRESENTAÇÃO OU RUA/COMUNIDADE ONDE RESIDE
32	Priscilla Maria dos Santos			Embraprevidência
33	Priscilla Maria dos Santos			Embraprevidência
34	Priscilla Maria dos Santos			Embraprevidência
35	Priscilla Maria dos Santos			Embraprevidência
36	Priscilla Maria dos Santos			Embraprevidência
37	Priscilla Maria dos Santos			Embraprevidência
38	Priscilla Maria dos Santos			Embraprevidência
39	Priscilla Maria dos Santos			Embraprevidência
40	Priscilla Maria dos Santos			Embraprevidência
41	Priscilla Maria dos Santos			Embraprevidência
42	Priscilla Maria dos Santos			Embraprevidência
43	Priscilla Maria dos Santos			Embraprevidência
44	Priscilla Maria dos Santos			Embraprevidência
45	Priscilla Maria dos Santos			Embraprevidência
46	Priscilla Maria dos Santos			Embraprevidência
47	Priscilla Maria dos Santos			Embraprevidência
48	Priscilla Maria dos Santos			Embraprevidência
49	Priscilla Maria dos Santos			Embraprevidência
50	Priscilla Maria dos Santos			Embraprevidência
51	Priscilla Maria dos Santos			Embraprevidência
52	Priscilla Maria dos Santos			Embraprevidência
53	Priscilla Maria dos Santos			Embraprevidência

3

Ata de registro de presença da oficina de prognóstico e planejamento estratégico de Maxaranguape Setor I, em 22/11/2019.



RELATÓRIO DE ATIVIDADE DO MUNICÍPIO DE MAXARANGUAPE:

ETAPA DO PLANO DE TRABALHO:

Fase II, etapa 8

DATA:

22 de setembro de 2019

ATIVIDADE REALIZADA:

Oficina de prospectiva e planejamento estratégico, realizada em Maracajaú Setor II.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE:

Oficina de prospectiva e planejamento estratégico, realizada em Maracajaú Setor II.

5. Ocorreu em 22 de novembro de 2019 na escola municipal Eva Varela em Maracajaú a partir das 14h a oficina de prospectiva e planejamento estratégico referente ao produto 08 para elaboração do PMSB deste município, estiveram presentes neste evento o Prof. Paulo Eduardo do departamento de engenharia civil da UFRN e Alex Sandro aluno bolsista do programa de engenharia ambiental na UFRN ambos participantes do grupo de coordenação para elaboração dos planos municipais de saneamento básico da UFRN e representando o comitê de coordenação do PMSB de Maxaranguape esteve presente o Diretor Geral do SAAE Sr. Charles de Souto coordenador geral do PMSB de Maxaranguape.
6. O Sr. Charles de Souto iniciou a oficina expondo sua indignação pela baixa adesão da comunidade local para participarem deste evento, tendo em vista que o SAAE é tão cobrado pela população local por melhorias no sistema de abastecimento público de água, em seguida abordou a importância do PMSB, falando sobre os aspectos legais e norteadores do saneamento básico e caracterizando seus 04 eixos fundamentais de atuação, dando continuidade, expôs o diagnóstico sobre as condições de saneamento básico vividas pela

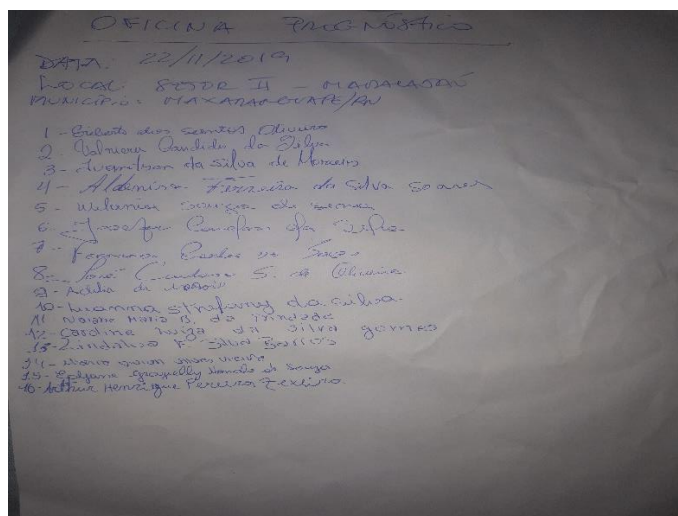
população local detalhando seus principais problemas, assim como também as consequências evidenciadas principalmente na rede municipal de atendimento médico ofertada para a população, foram exemplificadas as maiores reclamações sobre abastecimento de água e drenagem das águas pluviais, tais quais:

- a. Elevada coloração da água proveniente dos poços PT09 e PT10;
 - b. Elevada coloração da água proveniente do poço PT06 em Caraúbas;
 - c. Irregularidade no fornecimento de água nos horários de pico em Maracajaú e Caraúbas;
 - d. Alagamento em dias de chuvas no conjunto São Luís;
 - e. Alagamento na rua Francisco Celestino em Caraúbas;
 - f. Localidades com as piores condições no fornecimento de água;
7. O diretor do SAAE Sr. Charles Souto concluiu sua apresentação agradecendo a participação dos moradores, principalmente sobre o aspecto do interesse demonstrado pelos moradores presentes e motivando os mesmos para que se mantenham dedicados a causa do saneamento, por fim abriu um pequeno espaço para sugestões e reivindicações.
8. O Professor Paulo Eduardo abriu sua fala dispondo da importância e obrigatoriedade dos municípios em elaborar seus PMSB,s tendo em vista que a partir de 2020 o governo Federal não disponibilizará recursos para ações de saneamento para municípios que não possuam estes planos municipais, em seguida o professor Paulo explicou a atividade que deveria ser realizada pela comunidade local sobre a priorização das ações a serem realizadas divididas em pequena, média e alta prioridade, neste momento foram divididos os grupos para preenchimento desta a atividade e por fim os grupos escreveram em cartolinas quais os problemas que eles querem que sejam resolvidos de saneamento.

•

COMPROVAÇÃO FOTOGRÁFICA

FOTO	DESCRIÇÃO
	Oficina de prognóstico e planejamento estratégico em Maracajaú setor II realizada na escola Eva Varela a partir das 14h em 22/11/2019, detalhe da apresentação Sr. Charles de Souto.
	Oficina de prognóstico e planejamento estratégico em Maracajaú setor II realizada na escola Eva Varela a partir das 14h em 22/11/2019, detalhe da apresentação Prof. Paulo Eduardo.
	Apresentação da atividade “O que queremos”, cartaz com as reivindicações da população.



Ata de registro de presença da oficina de prognóstico e planejamento estratégico de Maracajá Setor II, em 22/11/2019.



RELATÓRIO DE ATIVIDADE DO MUNICÍPIO DE MAXARANGUAPE:

ETAPA DO PLANO DE TRABALHO:

Fase II, etapa 8

DATA:

25 de novembro de 2019

ATIVIDADE REALIZADA:

Oficina de prospectiva e planejamento estratégico, realizada em Dom Marcolino Setor III.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE:

Oficina de prospectiva e planejamento estratégico, realizada em Dom Marcolino Setor III.

9. Ocorreu em 25 de novembro de 2019 na escola municipal Dom Marcolino Dantas a partir das 14h a oficina de prospectiva e planejamento estratégico referente ao produto 08 para elaboração do PMSB deste município, estive presente neste evento o Diretor Geral do SAAE Sr. Charles de Souto coordenador geral do PMSB de Maxaranguape.
10. O Sr. Charles de Souto iniciou a oficina cobrando maior participação da comunidade local, tendo em vista as inúmeras reivindicações e reclamações da população neste sentido, em seguida abordou a importância do PMSB, falando sobre os aspectos legais e norteadores do saneamento básico e caracterizando seus 04 eixos fundamentais de atuação, dando continuidade, expôs o diagnóstico sobre as condições de saneamento básico vividas pela população local detalhando seus principais problemas, assim como também as consequências evidenciadas principalmente na rede municipal de atendimento médico ofertada para a população.
11. O diretor do SAAE Sr. Charles Souto deu prosseguimento a sua apresentação falando sobre a importância e obrigatoriedade dos municípios elaborarem seus

PMSB,s tendo em vista que a partir de 2020 o governo Federal não disponibilizará recursos para ações de saneamento para municípios que não possuam estes planos municipais, em seguida o Sr. Charles de Souto explicou a atividade que deveria ser realizada pela comunidade local sobre a priorização das ações a serem realizadas divididas em pequena, média e alta prioridade, neste momento foram divididos os grupos para preenchimento desta atividade e por fim os grupos escreveram em cartolinas quais os problemas que eles querem que sejam resolvidos de saneamento.

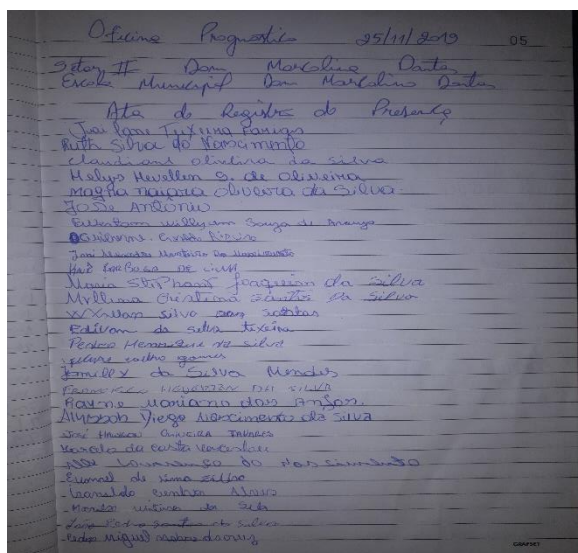
•

COMPROVAÇÃO FOTOGRÁFICA

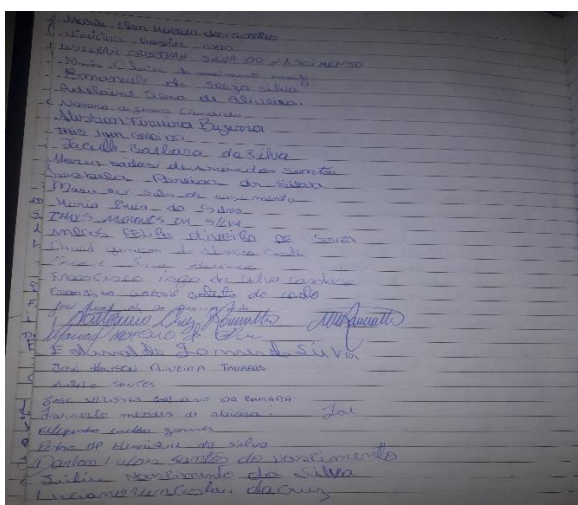
FOTO	DESCRIÇÃO
	Oficina de prognóstico planejamento estratégico Dom Marcolino setor realizada na escola E Marcolino Dantas a partir das 14h em 25/11/2016 detalhe da apresentação Charles de Souto.
	Oficina de prognóstico planejamento estratégico Dom Marcolino setor realizada na escola E Marcolino Dantas a partir das 14h em 25/11/2016 detalhe da apresentação Charles de Souto.



Realização da atividade
“O que queremos”, com as reivindicações da população.



Ata de registro
presença da oficina
prognóstico e planejamento
estratégico de Dom Marcolino
setor III, em 25/11/2019.



Ata de registro
presença da oficina
prognóstico e planejamento
estratégico de Dom Marcolino
setor III, em 25/11/2019



Plano Municipal de Saneamento Básico de (Maxaranguape)

**Oficina de Prospectiva e Planejamento
Estratégico**

Setor 1



ROTEIRO

▪ O que é e por que elaborar o PMSB

Apresentação dos Comitês

Apresentação da setorização

Abastecimento de água

Esgotamento Sanitário

Resíduos Sólidos

Drenagem

fppt.com



fppt.com



Crescimento da População

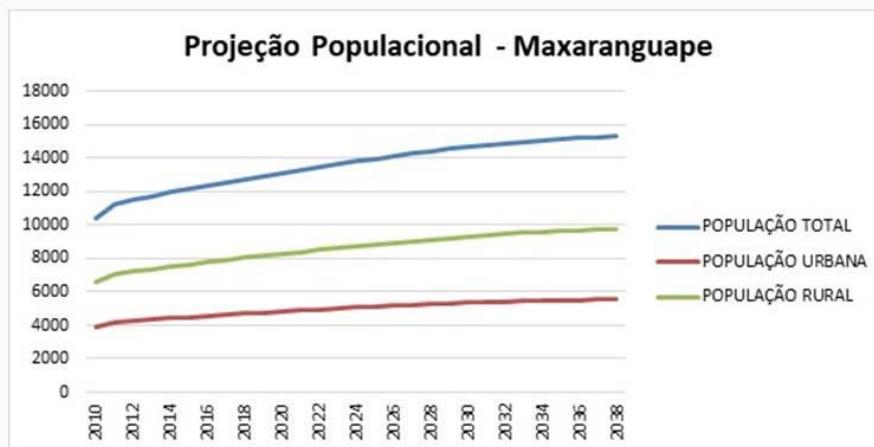


Figura 2 – Projeção da população total, urbana e rural pelo método AiBi. **Fonte:** Equipe de apoio técnico UFRN.

Abastecimento de Água

Locais sem abastecimento de água

Falta de cadastro das ligações

Falta de hidrômetro (medidor)

Problema na qualidade da água

Perdas de água do sistema

Inadimplência

Volume de água para abastecimento insuficiente

Problemas ou insuficiência na infraestrutura de Abastecimento de Água



Esgotamento Sanitário

Locais sem coleta de esgoto

Moradias sem banheiro adequado

Falta de tratamento ou ineficiência do tratamento do esgoto

Necessidade de adotar reúso do esgoto controlado

Problemas ou insuficiência na infraestrutura de Esgotamento Sanitário

fppt.com



Resíduos Sólidos (lixo)

Áreas sem coleta de lixo

Ausência de coleta seletiva

Disposição inadequada do lixo (em lixão)

Ruas sem varrição

Ausência de coleta de volumosos

Deficiência na podagem e capinagem das vias públicas

Ausência de pontos de entrega voluntária (coletor de lixo nas ruas)

Falta de Legislação para a logística reversa (pilhas, pneus, agrotóxico, óleo, etc)

Falta de Legislação que regulamente a atuação dos grande geradores de lixo

Necessidade de reduzir a produção de lixo pela população

Problemas ou insuficiência na infraestrutura de Limpeza Pública

fppt.com



Drenagem

Ruas sem pavimentação

Pontos de Alagamento

Problemas ou insuficiência na infraestrutura de Drenagem

fppt.com

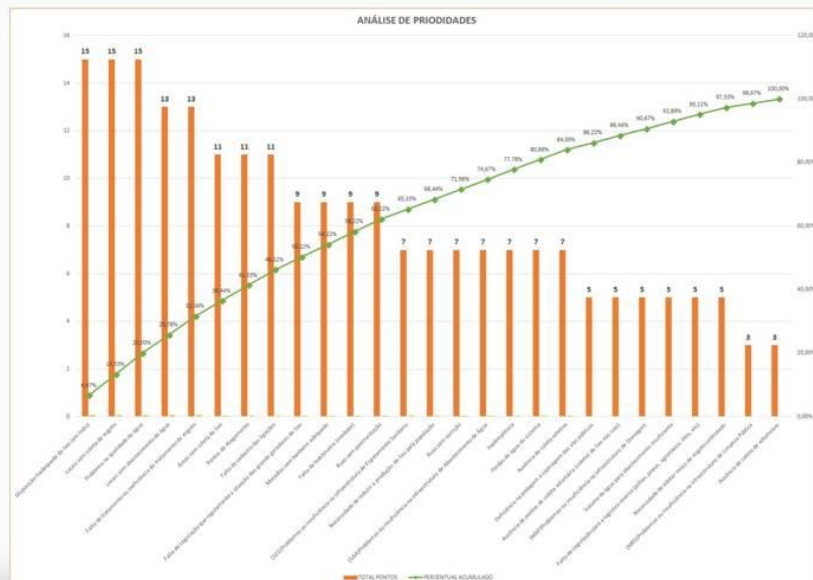


QUEREMOS
OUVIR
VOCÊ!



fppt.com

Gráfico de Pareto - Prioridades



fppt.com

ABASTECIMENTO DE ÁGUA

PARÂMETROS	2018	2038
Nº de Ligações	1.261	1.313
Rede de Distribuição (km)	18,92	19,70
Reservação (m³)	180	267

fppt.com



ESGOTAMENTO SANITÁRIO

VAZÃO ESGOTO

Ano	População (hab)	Cobertura de coleta e tratamento (%)	População atendida com coleta e tratamento (hab)	Vazão de infiltração (l/s)	Vazão máxima (l/s)	Vazão mínima (l/s)	Vazão média (l/s)
2018	4.708	0	0	6,305	15,721	2,616	11,536
2038	5.555	100	5.555	6,565	17,675	3,086	12,737

Tabela 47 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população urbana. **Fonte:** Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

fppt.com



ESGOTAMENTO SANITÁRIO

REDE DE COLETA

Ano	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)	Rede coletora a ser instalada considerando cobertura (km)
2018	1.261	-1.261	12,61	-12,61	0	0	0	0
2038	1.313	-1	13,13	-0,01	5	100	1.313	13,13

Tabela 46 – Projeção da extensão de rede coletora de esgoto e número de ligações estimadas para o horizonte de planejamento na sede do município. **Fonte:** Comitê executivo PMSB Maxaranguape.

fppt.com



RESÍDUOS SÓLIDOS

ANO	POPULAÇÃO URBANA												
	População (hab)	Geração						Cobertura da Coleta		Destinação ambientalmente adequada			
		Per capita (kg/hab.dia)	Total Diária (kg/dia)	Total Anual (ton/ano)	Recicláveis (kg/dia)	Matéria Orgânica (kg/dia)	Rejeito (kg/dia)	Convencional (%)	Seletiva (%)	Reciclagem (kg/dia)	Passíveis de recuperação para reciclagem	Compostagem (kg/dia)	Disposição Final (kg/dia)
2018	4708	0,55	2589,4	945,13	517,88	970,77	1100,75	100%	0%	0	0	0	2589,4
2038	5553	0,45	2498,91	912,1	499,78	936,84	1062,29	100%	100%	499,78	374,84	936,84	1187,23

Tabela 70 – Projeção do cenário para a geração e destinação final dos resíduos sólidos para a Zona Urbana do Município Maxaranguape. **Fonte:** Comitê executivo PMSB Maxaranguape.



RESÍDUOS SÓLIDOS

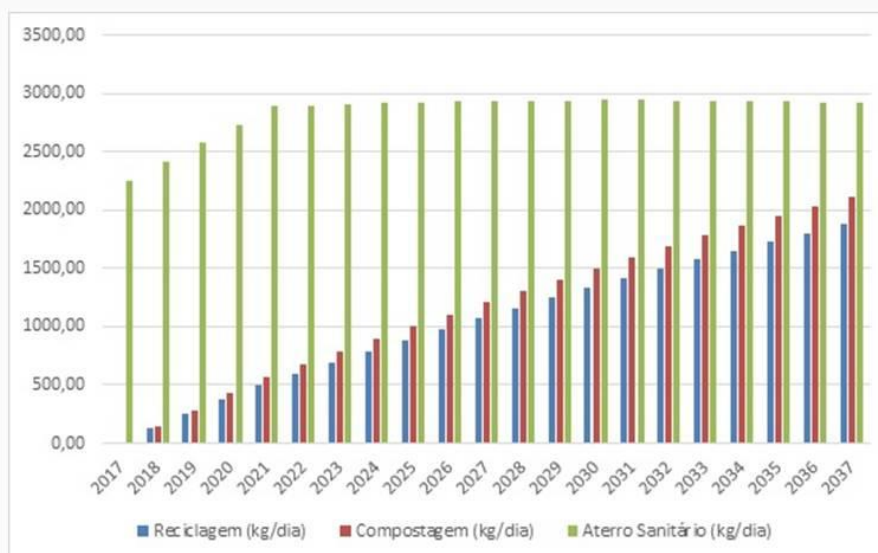
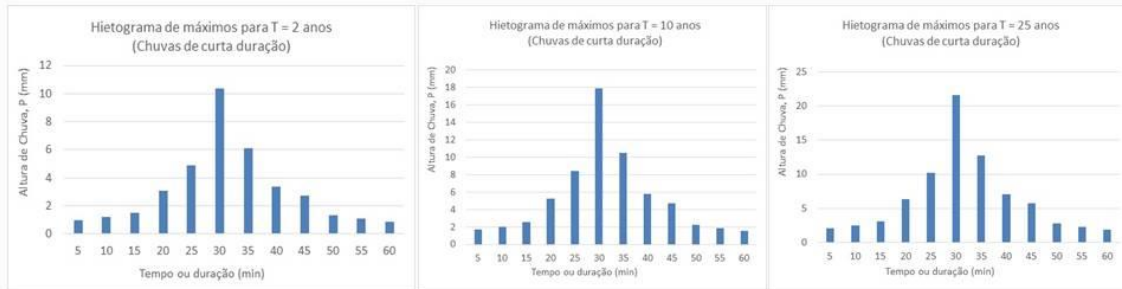


Figura 18 – Projeção do volume por tipo de destinação dos resíduos sólidos no horizonte de planejamento. **Fonte:** Comitê executivo PMSB Maxaranguape.



DRENAGEM

Chuvas de curta duração (microdrenagem)



DRENAGEM

Chuvas críticas horárias ao longo de um dia (macrodrenagem)





QUAL O FUTURO QUE VOCÊ
QUER PARA O SEU MUNICÍPIO?

PARTICIPE!
MULTIPLIQUE!!

fppt.com



PLANO MUNICIPAL DE
SANEAMENTO
BÁSICO

APÓIO TÉCNICO
UFRRN

pmsb.maxaranguape.rn@gmail.com

OBRIGADO

<http://maxaranguape.rn.gov.br>

fppt.com