



Produto D Prospectiva e Planejamento Estratégico

Bom Jesus – RN

Janeiro / 2018





PREFEITURA MUNICIPAL DE BOM JESUS/RN

Prefeito

Clécio Câmara Azevedo

Vice-Prefeita

Tania de Fatima Mauricio de Oliveira

Comitê de Coordenação

Marcela de Lima Delgado – Secretária Municipal de Saúde de Bom Jesus/RN.

Felipe Augusto Ribeiro Figueredo – Secretária Municipal de Saúde de Bom Jesus/RN.

Camila Vasconcelos de Arruda Oliveira - Secretária Municipal de Saúde de Bom Jesus/RN.

Allana Milena Leandro Diogo Silvestre – Secretária Municipal de Saúde de Bom Jesus/RN.

Elizabeth Vasconcelos de Arruda Oliveira – Secretária Municipal de Trabalho, Habitação e Assistência Social de Bom Jesus/RN.

Marcos Antônio Salvador - Secretária Municipal de Saúde de Bom Jesus/RN.

Janilton Rodrigues Ataíde Filho – Secretária Municipal de Obras de Bom Jesus/RN.

Altamar Douglas Bezerra de Azevedo Silva – Secretária Municipal de Educação e Cultura de Bom Jesus/RN.

Comitê Executivo

Marcela de Lima Delgado – Secretária Municipal de Saúde de Bom Jesus/RN.

Janilton Rodrigues Ataíde Filho – Secretária Municipal de Obras de Bom Jesus/RN.

Marcos Antônio Salvador – Secretária Municipal de Saúde de Bom Jesus/RN.

Debora Cristina de Souza Peixoto – Secretária Municipal de Saúde de Bom Jesus/RN.

Altamar Douglas Bezerra de Azevedo Silva – Secretária Municipal de Educação e Cultura de Bom Jesus/RN.

Nadson Tales Lins – Secretária Municipal de Saúde de Bom Jesus/RN.

Francisco das Chagas Azevedo – Secretária Municipal de Agricultura de Bom Jesus/RN.

Allandson Leandro Diogo – Estagiário de Engenharia Civil.

Ivanca de Medeiros Dantas – Estagiária de Engenharia Ambiental.

João Maria Gomes de Azevedo – Chefe de escritório da Caern em Bom Jesus/RN.

Romildo Bezerra da Silva – Coordenador de coleta de lixo de Bom Jesus/RN.

Felipe Augusto Ribeiro Figueredo – Secretária Municipal de Saúde de Bom Jesus/RN.

Camila Vasconcelos de Arruda Oliveira – Secretária Municipal de Saúde de Bom Jesus/RN.



Equipe de Apoio Técnico – UFRN

Coordenação Geral:

Dr. Aldo Dantas
Geógrafo

Apoio Técnico Geral:

MSc. Elaine Lima
Administradora

MSc. Giovana Medeiros
Engenheira Ambiental

MSc. Izabela Lima
Engenheira Ambiental

Lucas Costa
Geógrafo

Dr. Pablo Ruyz Aranha
Geógrafo

MSc. Sátiva Villar
Engenheira Ambiental

MSc. Sérgio Pinheiro
Engenheiro Civil

**Equipe de apoio da
Projeção
Populacional:**

Arthur Florêncio
Graduando de
Engenharia Civil

Joselito da Silveira
Junior
Geógrafo

Maiara Câmara
Graduanda de
Engenharia Civil

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

André Fabrício
Advogado

MSc. Ana Mônica
Ferreira
Advogada

**Coordenação de
Grupo:**

Marcel Chacon
Engenheiro Civil

Ingredy Nataly Araújo
Graduanda em
Engenharia Ambiental

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

Marcel Chacon
Engenheiro Civil

Ingredy Nataly Araújo
Graduanda em
Engenharia Ambiental

Fundação Nacional de Saúde – Funasa

Superintendência Estadual da Funasa no Rio Grande no Norte (Suest – RN)
Avenida Almirante Alexandrino de Alencar, 1402, Tirol – Natal/RN CEP: 59015-350
Telefones: (084) 3220-4745 / 3220-4746 / 3220-4748

<http://www.funasa.gov.br/site/>



APRESENTAÇÃO

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

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

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



SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	16
2.	ANÁLISE SWOT.....	17
2.1	MATRIZ SWOT ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS, CULTURAIS, AMBIENTAIS E DE INFRAESTRUTURA	19
2.2	MATRIZ SWOT POLÍTICA DO SETOR DE SANEAMENTO	21
2.3	MATRIZ SWOT ABASTECIMENTO DE ÁGUA	23
2.4	MATRIZ SWOT ESGOTAMENTO SANITÁRIO	26
2.5	MATRIZ SWOT LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	29
2.6	MATRIZ SWOT MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS	32
3.	CENÁRIOS, OBJETIVOS E METAS.....	34
4.	PROJEÇÃO DE DEMANDAS E PROSPECTIVAS TÉCNICAS.....	48
4.1	ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS DE GESTÃO E PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO / ARRANJOS INSTITUCIONAIS E AVALIAÇÃO POLÍTICO-INSTITUCIONAL DO SETOR DE SANEAMENTO.....	48
4.1.1	Da prestação de serviço	52
4.1.1.1	Prestação Municipal Direta.....	54
4.1.1.2	Prestação Municipal Indireta	54
4.1.1.3	Prestação por Companhias Regionais	55
4.1.1.4	Prestação por Agentes Privados.....	56
4.1.1.5	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	63
4.1.1	Da cooperação regional	65
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 Bom Jesus.....	70
4.2.2	Estimativa da População Flutuante do Município de Bom Jesus.....	77
4.2.3	Estimativa populacional do sistema regionalizado de abastecimento de água da Adutora Monsenhor Expedito	77
4.2.4	Estimativa populacional do Consórcio para destinação de Resíduos Sólidos do Agreste.....	78
4.2.5	Áreas de expansão territorial.....	80
4.3	INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	83
4.3.1	Ligações de água	83
4.3.2	Rede de distribuição	92
4.3.3	Reservação	99
4.3.4	Estação elevatória de água tratada.....	105
4.3.5	Produção de água tratada	105
4.3.6	Descrição dos mananciais passíveis de utilização para o abastecimento de água na área de planejamento	108
4.3.7	Definição das alternativas de manancial para atender a área de planejamento	118
4.3.8	Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada	120
4.3.9	Previsão de eventos de emergência e contingência	124
4.4	INFRAESTRUTURA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	125
4.4.1	Projeção da vazão anual de esgotos ao longo dos próximos 20 anos para toda a área de planejamento.....	126
4.4.1.1	Projeção das demandas de esgoto da área rural	133
4.4.2	Previsão das estimativas de carga e concentração de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e coliformes fecais (termotolerantes)	139



4.4.3	Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada	151
4.4.4	Comparação das alternativas de tratamento local ou centralizado dos esgotos	158
4.4.5	Previsão dos eventos de emergência e contingência.....	161
4.5	INFRAESTRUTURA DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	163
4.5.1	Projeção da demanda de drenagem urbana e manejo de águas pluviais	164
4.5.1.1	Hietogramas de Chuvas Máximas.....	164
4.5.1.2	Chuvas de curta duração (microdrenagem)	169
4.5.1.3	Chuvas críticas horárias ao longo de um dia (macrodrenagem)	170
4.5.2	Proposta de medidas mitigadoras para os principais impactos identificados	172
4.5.2.1	Medidas de controle para reduzir o assoreamento de cursos d'água e de bacias de retenção	173
4.5.2.2	Medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos sólidos nos corpos d'água	175
4.5.3	Diretrizes para o controle de escoamentos na fonte.....	176
4.5.4	Diretrizes para o tratamento de fundos de vale	180
4.5.5	Previsão de eventos de emergência e contingência	187
4.6	INFRAESTRUTURA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	188
4.6.1	Estimativas dos volumes de produção de resíduos sólidos e cobertura do sistema de limpeza urbana.....	188
4.6.2	Metodologia para o cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos	193
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	206
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	211
	APÊNDICE A – RELATÓRIO DA PARTICIPAÇÃO SOCIAL	216



LISTA 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 de Bom Jesus.....	72
Figura 4 – Distribuição percentual da população do Município de Bom Jesus	74
Figura 5 – Agrupamento dos Municípios que integram a regional Agreste.....	79
Figura 6 - Mapa de expansão urbana do município de Bom Jesus.....	82
Figura 7 – Componentes de um Sistema de Abastecimento de Água (SAA)	83
Figura 8 - Mapas de análise da precipitação anual dos municípios do RN.	109
Figura 9 - Localização e volumes dos principais reservatórios do Estado do Rio Grande do Norte.	111
Figura 10 – Localização dos mananciais do Rio Grande do Norte analisados por Brasil et al.Fonte: Brasil et al. (2016).	114
Figura 11 - Mapa de aquíferos, poços e salinidade do Estado do Rio Grande do Norte.	119
Figura 12 – Componentes constituintes de um Sistema de Esgotamento Sanitário (SES).	126
Figura 12 – Hietograma de máximos para T=2 anos.	169
Figura 13 – Hietograma de máximos para T=10 anos.	170
Figura 14 – Hietograma de máximos para T=25 anos.	170
Figura 15 – Hietograma de máximos horários para T=2 anos.	171
Figura 16 – Hietograma de máximos horários para T=10 anos.	171
Figura 17 – Hietograma de máximos horários para T=25 anos.	172
Figura 18 – Projeção do volume por tipo de destinação dos resíduos sólidos no horizonte de planejamento.....	191



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Metodologia da construção da matriz de análise SWOT.....	18
Tabela 2 - Matriz da análise SWOT referente aos aspectos Socioeconômicos, Culturais, Ambientais e de Infraestrutura do Município de Bom Jesus.....	19
Tabela 3 - Matriz da análise SWOT referente aos aspectos da Política do setor de saneamento do Município de Bom Jesus.....	21
Tabela 4 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Abastecimento de Água da Zona Urbana do Município de Bom Jesus.....	24
Tabela 5 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Abastecimento de Água da Zona Rural do Município de Bom Jesus.....	25
Tabela 6 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Esgotamento Sanitário da Zona Urbana do Município de Bom Jesus.	27
Tabela 7 - Matriz da análise SWOT referente aos Sistemas de Esgotamento Sanitário da Zona Rural do Município de Bom Jesus.	28
Tabela 8 - Matriz da análise SWOT referente à Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos da Zona Urbana do Município de Bom Jesus.....	30
Tabela 9 - Matriz da análise SWOT referente à Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos da Zona Rural do Município de Bom Jesus.....	31
Tabela 10 - Matriz da análise SWOT referente ao Manejo de Águas Pluviais da Zona Urbana do Município de Bom Jesus.....	32
Tabela 11 - Matriz da análise SWOT referente ao Manejo de Águas Pluviais da Zona Rural do Município de Bom Jesus.....	33
Tabela 12 – Análise prospectiva da Situação Político-Institucional do setor de saneamento básico.	35
Tabela 13 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água da Zona Urbana.	37
Tabela 14 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água da Zona Rural.	39
Tabela 15 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de esgotamento sanitário da Zona Urbana.....	41
Tabela 16 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de esgotamento sanitário da Zona Rural.....	42



Tabela 17 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos da Zona Urbana.....	43
Tabela 18 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos da Zona Rural.....	45
Tabela 19 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de manejo das águas pluviais da Zona Urbana.....	46
Tabela 20 – Análise prospectiva da Situação do serviço e infraestrutura de manejo das águas pluviais da Zona Rural.....	47
Tabela 21 – Estimativa populacional do Município de Bom Jesus.....	71
Tabela 22 – Informações sobre unidades de planejamento de Bom Jesus.....	73
Tabela 23 – Estimativa da evolução da população do Município de Bom Jesus.....	76
Tabela 24 - Estimativa de população abastecida pelo sistema regionalizado da Adutora Monsenhor Expedito no ano de 2017.....	78
Tabela 25 - População dos municípios que compõem o Consórcio Público de Resíduos Sólidos do Agreste no Estado do Rio Grande do Norte.....	79
Tabela 26 – Número de Ligações nas localidades urbanas 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.....	87
Tabela 28 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população urbana.....	94
Tabela 29 - Demanda por expansão das redes de abastecimento de água em função do crescimento natural da população rural.....	95
Tabela 30 - Consumo médio per capita para populações dotadas de ligações domiciliares.....	102
Tabela 31 - Consumo médio per capita para populações desprovidas de ligações domiciliares.....	102
Tabela 32 - Demanda de reservação de água em função do crescimento natural da população urbana.....	103
Tabela 33 - Demanda de reservação de água em função da população de saturação da Zona Rural.....	104
Tabela 34 - Demanda de água em função do crescimento natural da população urbana e universalização do serviço de abastecimento de água.....	107



Tabela 35 - Demanda de água em considerando a universalização do serviço de abastecimento de água em função da população de saturação da Zona Rural.	108
Tabela 36 - Dados de precipitação do município de Bom Jesus.	110
Tabela 37 - Valores dos índices de qualidade da água e do estado trófico dos principais mananciais do RN.....	113
Tabela 38 – Valores de análise da qualidade da água bruta dos principais mananciais utilizados para abastecimento de água no RN.	116
Tabela 39 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Urbana.	121
Tabela 40 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural das Comunidades com sistema de abastecimento por rede distribuição da CAERN.....	122
Tabela 41 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural das Comunidades com sistema de abastecimento por carro-pipa.	123
Tabela 42 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de abastecimento de água.	124
Tabela 43 – Projeção da extensão de rede coletora de esgoto e número de ligações estimadas para o horizonte de planejamento na sede do município.	130
Tabela 44 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população urbana.	132
Tabela 45 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população rural.	134
Tabela 46 - Níveis de tratamento dos esgotos	141
Tabela 47 - Breve descrição dos principais sistemas de tratamento de esgotos em nível secundário.....	141
Tabela 48 - Eficiências típicas de diversos sistemas de tratamento de esgotos na remoção de DBO e Coliformes.	144
Tabela 49 - Parâmetros de eficiência adotados no PMSB de Bom Jesus.....	145
Tabela 50 – Estimativa da carga orgânica e remoção de DBO e Coliformes Fecais, sem tratamento e com diferentes tipos de tratamento para área urbana.....	147
Tabela 51 – Estimativa da concentração e remoção de DBO e Coliformes Fecais, sem tratamento e com diferentes tipos de tratamento para área urbana.....	149



Tabela 52 - Características típicas de diversos sistemas de tratamento de esgotos, expressos em valores per capita.	153
Tabela 53 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Urbana, em relação ao sistema de esgotamento sanitário.	154
Tabela 54 - Faixas prováveis de remoção dos poluentes, conforme o tipo de tratamento, consideradas em conjunto com o tanque séptico.	156
Tabela 55 - Algumas características dos processos de tratamento recomendados para áreas rurais (exclui tanque séptico).	156
Tabela 56 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural, em relação ao sistema de esgotamento sanitário.	157
Tabela 57 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de esgotamento sanitário e suas respectivas ações.	162
Tabela 58 - Precipitações máximas diárias anuais do município de Bom Jesus.	165
Tabela 59 - Períodos de retorno recomendados para obras de drenagem.	166
Tabela 60 - Cálculo do período de retorno.	166
Tabela 61 - Cálculo das precipitações máximas diárias através da distribuição de Gumbel.	168
Tabela 62 - Relações entre durações.	168
Tabela 63 – Principais características das medidas de controle de escoamento na fonte.	179
Tabela 64 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda observada para a Zona Urbana, em relação à Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais.	183
Tabela 65 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda observada para a Zona Urbana, em relação à Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais.	185
Tabela 66 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de drenagem de águas pluviais.	187
Tabela 67 – Projecção do cenário para a geração e destinação final dos resíduos sólidos para a Zona Urbana do Município de Bom Jesus.	190
Tabela 68 – Projecção do cenário para a geração de resíduos sólidos para a Zona Rural do Município de Bom Jesus.	192



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB Prospectiva e Planejamento Estratégico



Tabela 69 – Cálculo de Taxa para Resíduos Sólidos Urbanos.....	196
Tabela 70 - 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 71 - 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 72 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos.....	209



LISTA DE SIGLAS

- ANA** – Agência Nacional de Águas
- CAERN** – Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte
- CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- DBO** – Demanda Bioquímica de Oxigênio
- EMPARN** – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte
- FUNASA** – Fundação Nacional de Saúde
- IDH** – Índice de Desenvolvimento Humano
- IET** – Índice de Estado Trófico
- IGARN** – Instituto de Gestão da Água do Rio Grande do Norte
- IPTU** – Imposto Predial e Territorial Urbano
- IQA** – Índice de Qualidade da Água
- LEV** – Local de Entrega Voluntária
- OD** – Oxigênio Dissolvido
- PEGIRS** – Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
- PEV** – Ponto de Entrega Voluntária
- PLANASA** – Plano Nacional de Saneamento Básico
- PMSB** – Plano Municipal de Saneamento Básico do município
- PNRS** – Política Nacional de Resíduos Sólidos
- PEV** – Pontos de Entrega Voluntária
- SAA** – Sistema de Abastecimento de Água
- SAAE** – Serviço Autônomo de Água e Esgoto
- SES** – Sistema de Esgotamento Sanitário
- SNIS** – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento
- UFRN** – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

1. INTRODUÇÃO

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

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

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

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

2. ANÁLISE SWOT

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

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

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

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 gerenciados para buscar oportunidades ou para neutralizar ameaças futuras, enquanto ao identificar os pontos fracos os quais fragilizam os sistemas e serviços, é possível estabelecer objeto de ações estratégicas para remediação dos passivos, suprimento dos déficits, estruturação dos sistemas e fortalecimento institucional.

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

Desta forma, será construída Matriz SWOT a partir da apreciação do cenário instalado, o qual foi identificado no Diagnóstico Técnico-Participativo, observando-se para os quatro componentes do saneamento básico municipal os elementos-chave estratégicos, conforme apresentado na Tabela 1.

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

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

Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2017.

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 Bom Jesus, 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 Bom Jesus.

	Pontos Fortes	Itens de Reflexão	Pontos Fracos
	Forças		Fraqueza
Ambiente Interno	<ol style="list-style-type: none">Ocorrências minerais de interesse econômico para uso industrial e construção civil (ferro, manganês, argila, granito e níquel);Relevo predominantemente plano;Solo arenoso, de fácil escavação;Presença de lagoas naturais;Disponibilidade de água no lençol freático;Áreas agrícolas cultiváveis.	<p>Aspectos físicos:</p> <ul style="list-style-type: none">- Geologia- Relevo- Solos- Clima <p>- Recursos Hídricos</p> <ul style="list-style-type: none">- Vegetação	<ol style="list-style-type: none">Solos com baixa fertilidade natural;Longo período de estiagem e irregularidade na precipitação pluviométrica;Contaminação da água de manancial superficial devido ao lançamento de esgotos no solo;Intermitência no regime hídrico dos rios;Águas subterrâneas predominantemente salinas;Existência de ocupação irregular no entorno das lagoas;Supressão da vegetação nativa.

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Baixa densidade demográfica na zona rural; 2. Diminuição da taxa de mortalidade infantil entre os anos de 1991 e 2010; 3. Aumento do nível de escolaridade da população entre os anos de 1991 e 2010; 4. Rede pública de ensino nas zonas urbana e rural; 5. Aumento do IDHM ao longo das últimas décadas; 6. Melhoria nas condições do serviço de abastecimento de água e de coleta de resíduos sólidos, que estão ligados diretamente às condições de habitação. 	<p>Aspectos sociais e demográficos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Demografia - Saúde - Educacionais - Renda e Ocupação - IDH Municipal - Condições de Habitação 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alta densidade demográfica na zona urbana; 2. Doenças infecciosas e parasitárias como principal causa de morbidade; 3. Deficiência de escolarização dos responsáveis pelo domicílio na zona rural do município; 4. Evolução da desigualdade de renda nas últimas décadas (Índice de Gini); 5. IDHM classificado como médio (0,584); 6. Predominância de fossas rudimentares, relacionada diretamente às condições de habitação.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Distância favorável para a regionalização do abastecimento de água; 2. Aquífero favorável à perfuração de poços para aumentar a oferta d'água. 	<p>Aspectos físicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geologia - Relevo - Solos - Clima - Recursos Hídricos - Vegetação 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Concentração de chuvas em curto espaço de tempo; 2. Longo período de estiagem; 3. Desmatamento da vegetação nativa.
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Programas federais de distribuição de renda; 2. Disponibilidade de recursos pela FUNASA para melhoria sanitária das habitações; 3. Fornecimento de água e energia na maior parte do território municipal; 4. Disponibilidade de profissionais capacitados no atendimento de diversas especialidades; 5. Educação ambiental. 	<p>Aspectos sociais e demográficos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Demografia - Saúde - Educacionais - Renda e Ocupação - IDH Municipal - Condições de Habitação 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ausência de saneamento básico para melhoria das condições de habitação e saúde no município; 2. Aumento de doenças de veiculação hídrica; 3. Redução dos recursos federais destinados à educação e saúde; 4. Falta de investimentos do governo estadual na educação.

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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 Bom Jesus, 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 Bom Jesus.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaboração da Lei Municipal de Saneamento Básico; 2. Estudo em elaboração para formulação do Plano Diretor; 3. Existência de Leis que delimitam o perímetro urbano e sua expansão; 4. Existência de Código Sanitário, que aborda os quatro componentes do saneamento básico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Legislação Municipal - Regulação - Programas locais de interesse do Saneamento Básico - Participação e controle social - Política Tarifária 	<ol style="list-style-type: none"> 1. O município não possui lei de criação de distritos. 2. O município não possui lei de regulação do uso, da ocupação e do parcelamento do solo urbano; 3. O município não possui código de obras e edificações; 4. O município não possui código de meio ambiente; 5. O município não possui plano de contingência; 6. Ausência de regulação no setor de saneamento; 7. Pequena participação da população e, conseqüentemente, de controle social; 8. Não existe uma formatação política tarifária com relação ao saneamento básico, deixando de arrecadar recursos com os serviços; 9. O município ainda não possui sistema de informação dos serviços de saneamento básico.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças

Ambiente Externo	<ol style="list-style-type: none">1. Formulação das leis inexistentes para complementar o saneamento básico municipal;2. Cobrança de taxas para contribuir no desenvolvimento de programas relacionados aos quatro componentes do saneamento básico;3. Existência de uma Política Nacional de Saneamento Básico norteadora das ações municipais para estruturação dos setores.	<p>- Políticas Nacionais - Políticas Estaduais - Regionalização - Mecanismos de Cooperação com outros entes federados</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Não aceitação da população da criação de cobrança de taxa tarifária;2. Resistência da população quanto à criação de novas regras referentes ao uso e ocupação do solo, previstas em lei;3. Resistência da população no cumprimento de novas leis;4. Poucas opções de agências reguladoras dos serviços de saneamento básico.
-------------------------	--	---	--

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.



2.3 MATRIZ SWOT ABASTECIMENTO DE ÁGUA

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

	Pontos Fortes	Itens de Reflexão	Pontos Fracos
	Forças		Fraqueza
Ambiente Interno	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abastecimento pela Adutora estadual Monsenhor Expedito; 2. Aproximadamente 100% da zona urbana é atendida pelo sistema de abastecimento de água operado pela CAERN; 3. Aproximadamente 76% de micromedição; 4. Investimento para expansão da rede de abastecimento; 5. Existência de uma unidade de apoio da CAERN instalada no município; 6. Existência de bomba reserva nas estações de bombeamento ao longo da adutora; 7. A água distribuída passa por rotinas de controle sanitário para assegurar a qualidade e a potabilidade. 	<p>- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Abastecimento de água - Qualidade da água</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elevado índice de perdas, com baixa redução nos últimos cinco anos; 2. Inexistência de medições periódicas da macromedição; 3. Elevado gasto com energia elétrica; 4. Problemas estruturais no reservatório elevado; 5. Inexistência de setorização no abastecimento de água; 6. Inexistência de manutenção preventiva; 7. Algumas amostras de cloro residual livre mostraram-se em desconformidade com a Portaria de Potabilidade; 8. Pequeno quadro de funcionários para manutenção e operação do sistema.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentar a fiscalização ao longo da adutora por parte da CAERN; 2. Efetivar a proteção sanitária do manancial de abastecimento; 3. Adotar Programa de controle de desperdício; 4. Adotar Programa de manutenção preventiva; 5. Manter o cadastro da rede de distribuição atualizado; 6. Adotar programa de Educação ambiental. 	<p>- Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Abastecimento de água - Qualidade da água</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ocupação irregular nas margens do manancial de abastecimento (Lagoa do Bomfim); 2. Intermitência no abastecimento; 3. Ligações clandestinas ao longo do percurso da adutora.

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abastecimento de água potável por rede de abastecimento através do sistema adutor Monsenhor Expedito na maioria das comunidades rurais; 2. Presença de micromedidores na maior parte das residências; 3. Armazenamento da água de chuva em cisternas em quase todas as residências; 4. Abastecimento de água potável por carro pipa; 5. Existência de poços tubulares; 6. Existência de dessalinizadores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Abastecimento de água - Qualidade da água 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ausência de rede de distribuição em algumas comunidades; 2. Excesso de cloro e presença de material particulado em suspensão na água quando são realizadas manutenções na rede; 3. Intermitência no abastecimento das comunidades Grossos, Passagem Comprida, Pavilhão, Lagoa dos Bezerras, Fazenda Pedra Redonda, Pedregulho, Maleitas, Piabas e Capim; 4. Ausência de cadastro e outorga dos poços tubulares; 5. Poços com água salobra.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ampliação do sistema de abastecimento da CAERN; 2. Regularização da outorga dos poços; 3. Realocação dos dessalinizadores sem uso, instalados nas comunidades Santa Catarina e Vinte e Nove; 4. Adoção de Programa de manutenção preventiva; 5. Adoção de Programa de Educação Ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> - Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Abastecimento de água - Qualidade da água 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ocupação irregular nas margens do manancial de abastecimento (Lagoa do Bomfim); 2. Falta de controle constante da qualidade da água; 3. Intermitência no abastecimento; 4. Ligações clandestinas ao longo da adutora; 5. Rompimento da rede de abastecimento das comunidades.

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.



2.4 MATRIZ SWOT ESGOTAMENTO SANITÁRIO

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

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prefeitura responsável pelo esgotamento das fossas, através da contratação de empresa particular; 2. A prefeitura realiza o serviço de limpeza das fossas; 3. Existência de projeto de esgotamento sanitário para a sede do município, que contempla as principais bacias de captação, coleta, tratamento a nível secundário e possibilidade de reuso do esgoto tratado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Esgotamento Sanitário - Qualidade do esgoto bruto e tratado 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Número elevado de fossas rudimentares; 2. Presença de esgoto doméstico nos elementos de microdrenagem; 3. As lagoas naturais são os corpos hídricos receptores das águas servidas; 4. Ausência de um sistema público de esgoto; 5. Ausência de tratamento de esgoto (ETE); 6. Parte dos esgotos é lançada a céu aberto; 7. Inexistência de órgão regulador; 8. Projeto de esgotamento sanitário desatualizado.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implantação da rede de esgotamento sanitário de forma a atender 100% da população; 2. Implantação de ETE com destinação final adequada do efluente; 3. Cobrança de taxa para manutenção e operação do sistema de esgotamento sanitário; 4. Existência de projeto elaborado para o serviço de esgotamento sanitário do município; 5. Participação dos programas da FUNASA para construção de banheiros adequados; 6. Adoção de Programa de Educação ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> - Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Esgotamento Sanitário - Qualidade do esgoto bruto e tratado 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contaminação do solo devido ao lançamento inadequado dos efluentes, aumentando o risco de doenças; 2. Contaminação dos mananciais superficiais e subterrâneos; 3. Topografia desfavorável para implantação de rede coletora.

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prefeitura responsável pelo esgotamento das fossas, através de pessoal e equipamentos próprios; 2. A prefeitura não cobra pelo serviço de limpeza das fossas; 3. Existência de reuso de águas cinzas na maioria das residências. 	<ul style="list-style-type: none"> - Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Esgotamento Sanitário - Qualidade do esgoto bruto e tratado 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elevado número de fossas rudimentares; 2. Lançamento dos efluentes diretamente no solo.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Participação dos programas da FUNASA para construção de banheiros adequados; 2. Existência de tecnologias sociais para aplicação na zona rural, tais como as Fossas Sépticas Biodigestoras da Embrapa; 3. Adoção de Programa de Educação ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> - Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Esgotamento Sanitário - Qualidade do esgoto bruto e tratado 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Topografia irregular; 2. Contaminação do solo devido ao lançamento inadequado dos efluentes, aumentando o risco de doenças; 3. Contaminação dos mananciais superficiais e subterrâneos.

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.



2.5 MATRIZ SWOT LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Na análise estratégica dos sistemas que compõem a infraestrutura e serviço de saneamento básico municipal, faz-se necessária uma análise separada dos cenários voltados às ocupações urbanas e rurais, tendo em vista as distintas realidades que as integram. A Tabela 8 é constituída pela matriz da análise SWOT, no que se refere à limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos da zona urbana do Município de Bom Jesus, 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 Bom Jesus.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cobertura de coleta em 100% da área urbana; 2. Frequência de coleta de lixo de 2 a 3 vezes na semana; 3. Prática de capinação e roçagem manual; 4. Existência de varrição em 100% da zona urbana; 5. Coleta especial de lixo hospitalar por empresa terceirizada; 6. Coleta diferenciada e reutilização dos RCC; 7. Existência do Plano Intermunicipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos; 8. Presença de um ecoponto no centro da cidade para coleta de pilhas, baterias, medicamentos e lâmpadas; 9. Existência de taxa de limpeza pública, cobrada junto com o IPTU. 	<p>- Caracterização dos Resíduos Sólidos municipal</p> <p>- Informações comerciais</p> <p>- Informações financeiras</p> <p>- Estrutura operacional e recursos disponíveis</p> <p>- Infraestrutura do sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos</p> <p>- Cooperativas e Associações</p> <p>- Mecanismos de Cooperação com outros entes federados</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ausência de aterro sanitário; 2. Ausência de coleta seletiva; 3. Presença de catador no aterro controlado (lixão); 4. Contaminação de resíduos com viabilidade de aproveitamento para reciclagem ou reuso, devido à falta de coleta seletiva; 5. Inexistência de cooperativas ou associações de catadores.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Participação de programa da FUNASA para adquirir caminhão coletor; 2. Criação de cooperativas ou associações de catadores; 3. Possibilidade de ações consorciadas com municípios vizinhos; 4. Adoção de Programa de Educação ambiental. 	<p>- Caracterização dos Resíduos Sólidos municipal</p> <p>- Informações comerciais</p> <p>- Informações financeiras</p> <p>- Estrutura operacional e recursos disponíveis</p> <p>- Infraestrutura do sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos</p> <p>- Cooperativas e Associações</p> <p>- Mecanismos de Cooperação com outros entes federados</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumento do risco de doenças devido ao lixão; 2. Proliferação de vetores de doenças no lixão; 3. Diminuição de repasses de recursos federais e estaduais; 4. Falta de incentivo à criação de cooperativas.

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reaproveitamento dos resíduos orgânicos para alimentação de animais; 2. Separação dos materiais recicláveis para comercialização e/ou doação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Caracterização dos Resíduos Sólidos municipal - Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos - Cooperativas e Associações - Mecanismos de Cooperação com outros entes federados 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inexistência de coleta; 2. Destinação final inadequada dos resíduos; 3. Queima de lixo; 4. Lixo enterrado devido à ausência de coleta.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Priorização na captação de recursos federais para programas de coleta seletiva; 2. Implantação de lixeiras em pontos específicos; 3. Inserção em consórcio regional para destinação final adequada de resíduos; 4. Programas de compostagem; 5. Adoção de Programa de Educação ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> - Caracterização dos Resíduos Sólidos municipal - Informações comerciais - Informações financeiras - Estrutura operacional e recursos disponíveis - Infraestrutura do sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos - Cooperativas e Associações - Mecanismos de Cooperação com outros entes federados 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contaminação do solo, ar, mananciais superficiais e subterrâneos; 2. Proliferação de vetores; 3. Diminuição de repasses de recursos federais e estaduais; 4. Falta de incentivo à criação de cooperativas.

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

2.6 MATRIZ SWOT MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Na análise estratégica dos sistemas que compõem a infraestrutura e serviço de saneamento básico municipal, faz-se necessária uma análise separada dos cenários voltados às ocupações urbanas e rurais, tendo em vista as distintas realidades que as integram. A Tabela 10 é constituída pela matriz da análise SWOT, no que se refere ao sistema de manejo de águas pluviais da zona urbana do Município de Bom Jesus, 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 Bom Jesus.

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pavimentação de algumas ruas da zona urbana; 2. Existência de alguns pontos de microdrenagem (bocas de lobo e galerias). 	<ul style="list-style-type: none"> - Bacias e sub bacias hidrográficas - Precipitações e deflúvio superficial - Estrutura de drenagem e manejo das águas pluviais - Identificação de áreas de risco 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Infraestrutura de drenagem incipiente; 2. Inexistência de limpeza e manutenção das estruturas de drenagem existentes; 3. Interferência dos esgotos domésticos nas sarjetas de drenagem; 4. Baixo índice de pavimentação das ruas; 5. Existência de pontos de alagamento; 6. Falta de fiscalização adequada em ocupação de áreas de risco; 7. Poluição do corpo hídrico receptor.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pavimentação de 100% das ruas da zona urbana; 2. Implantação do sistema de micro e macrodrenagem; 3. Adoção de Programa de Educação ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bacias e sub bacias hidrográficas - Precipitações e deflúvio superficial - Estrutura de drenagem e manejo das águas pluviais - Identificação de áreas de risco 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alagamentos em áreas urbanizadas; 2. Proliferação de vetores; 3. Contaminação da água dos mananciais superficiais (lagoas naturais e Rio Jundiáí); 4. Diminuição de repasses de recursos federais e estaduais.

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

	Pontos Fortes Forças	Itens de Reflexão	Pontos Fracos Fraqueza
Ambiente Interno	1. Existência de passagens molhadas.	<ul style="list-style-type: none"> - Bacias e sub bacias hidrográficas - Precipitações e deflúvio superficial - Estrutura de drenagem e manejo das águas pluviais - Identificação de áreas de risco 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Inexistência de pavimentação; 2. Presença de pontos de alagamento.
	Oportunidades	Itens de Reflexão	Ameaças
Ambiente Externo	<ul style="list-style-type: none"> 1. Construção de novas passagens molhadas; 2. Pavimentação de ruas; 3. Implantação de elementos de microdrenagem; 4. Adoção de Programa de Educação ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bacias e sub bacias hidrográficas - Precipitações e deflúvio superficial - Estrutura de drenagem e manejo das águas pluviais - Identificação de áreas de risco 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Falta de pavimentação; 2. Proliferação de vetores; 3. Diminuição de repasses de recursos federais e estaduais.

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

3. CENÁRIOS, OBJETIVOS E METAS

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

A partir da identificação do cenário atual retratado no Diagnóstico Técnico-Participativo, com importantes contribuições da sociedade do Município de Bom Jesus, 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 Bom Jesus, 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
	Situação político-institucional do setor de saneamento	Atendimento Adequado			Imediato	Curto	Médio	Longo	
					2018 a 2021	2022 a 2025	2026 a 2029	2030 a 2037	
Lei orgânica	Existe em conformidade	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	1. Manter em conformidade	Atualizar sempre que houver mudança na realidade local	-	-	-	-	1
Lei de uso e ocupação do solo	Não existe	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	2. Elaborar a Lei	Elaborar até dezembro/2018	100%	-	-	-	1
Código de obras e edificações	Não existe	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	3. Elaborar a Lei	Elaborar até dezembro/2021	100%	-	-	-	1
Código sanitário	Existe em conformidade	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	4. Manter em conformidade	Atualizar sempre que houver mudança na realidade local	-	-	-	-	1
Código de meio ambiente	Não existe	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	5. Elaborar a Lei	Elaborar até dezembro/2018	100%	-	-	-	1
Plano de contingência	Não existe	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	6. Elaborar a Lei	Elaborar até dezembro/2018	100%	-	-	-	3
Plano diretor	Em elaboração	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	7. Elaborar o Plano	Elaborar até dezembro/2021	100%	-	-	-	2
Política Municipal de Saneamento Básico	Em tramitação	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	8. Aprovar a Lei	Aprovar até a finalização do PMSB	100%	-	-	-	1
Lei de Parcelamento do Solo Urbano	Não existe	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	9. Elaborar a Lei	Elaborar até dezembro/2018	100%	-	-	-	1
Lei Tributária	Existe em desconformidade	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	10. Reformular a Lei	Reformular até novembro/2018	100%	-	-	-	1
Plano de Gestão Ambiental	Em elaboração	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	11. Elaborar o Plano	Elaborar até dezembro/2018	100%	-	-	-	1
Contrato de concessão do serviço de abastecimento de	Existe em conformidade	Conformidade com as necessidades e realidade do município.	12. Manter em conformidade	Atualizar sempre que houver mudanças na	-	-	-	-	2

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						
	Situação político-institucional do setor de saneamento	Atendimento Adequado	Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				Prioridade
					Imediato	Curto	Médio	Longo	
					2018 a 2021	2022 a 2025	2026 a 2029	2030 a 2037	
água e esgotamento sanitário				realidade local					
Política de educação ambiental e sanitária	Não existe	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	13. Elaborar a Política	Elaborar até dezembro/2018	100%	-	-	-	1
Lei de regulamentação de pequenos e grandes geradores de resíduos sólidos	Não existe	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	14. Elaborar a Lei	Elaborar até dezembro/2021	100%	-	-	-	3
Lei de regulamentação de logística reversa	Não existe	Conformidade com as Legislações Federais e Estaduais e com a realidade local.	15. Elaborar a Lei	Elaborar até dezembro/2021	100%	-	-	-	3

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						Prioridade
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				
	Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água – Zona Urbana	Atendimento Adequado			Imediato	Curto	Médio	Longo	
2018 a 2021	2022 a 2025	2026 a 2029	2030 a 2037						
Cobertura do abastecimento de água	99,9%	100%	16. Universalizar o abastecimento de água	Atingir a ampliação da cobertura de abastecimento de água em prazo imediato e manter no período planejado para novas construções	100%	100%	100%	100%	1
Cadastro das unidades	Atualizado	100%	17. Universalizar o cadastramento de todas as unidades que tem ligação direta de água	Atingir o cadastramento de todas as unidades em curto prazo e manter no período planejado para novas construções	100%	100%	100%	100%	2
Índice de micromedição	75,7%	100%	18. Garantir a universalização de micromedição	Atingir e manter 100% de micromedição e substituição dos hidrômetros fora do prazo de validade até 2018	85%	100%	100%	100%	2
Potabilidade da água	Não atende	Atendimento aos requisitos da Portaria 2914 do Ministério da Saúde	19. Garantir a potabilidade da água de abastecimento	Adequar e manter a qualidade da água e amostragem em conformidade com os requisitos da portaria 2914 do MS durante todo o horizonte de planejamento	Adequar	Manter	Manter	Manter	1
Índice de Perdas	72%	Máximo 25%	20. Alcançar e manter o máximo de 25% de perdas	Reduzir o índice de perdas até ficar menor ou igual a 25%	-5% ao ano	-4,5% ao ano	-2,25% ao ano	≤ 25%	1
Inadimplência	55,2%	0%	21. Eliminar a inadimplência	Reduzir a inadimplência a 0%	-8% ao ano	-5% ao ano	Manter	Manter	1
Produção de água/Demanda	Sem registro	1	22. Garantir que a produção de água atenda a demanda requerida	Adequar a produção de água para manter a demanda instalada para que o índice seja igual a 1	+ 0,05 ao ano	+ 0,03 ao ano	1	1	2
Manutenção da infraestrutura do	Não atende	Manutenção preventiva e	23. Alcançar e manter a qualidade da	Alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da	Adequar	Manter	Manter	Manter	1

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	
sistema		corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	infraestrutura do sistema	infraestrutura do sistema em curto prazo	2018 a 2021	2022 a 2025	2026 a 2029	2030 a 2037	

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						Prioridade
	Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água – Zona Rural	Atendimento Adequado	Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				
					Imediato	Curto	Médio	Longo	
					2018 a 2021	2022 a 2025	2026 a 2029	2030 a 2037	
Cobertura do abastecimento de água	83%	100%	24. Universalizar o abastecimento de água	Atingir a cobertura de abastecimento de água em curto prazo	90%	100%	100%	100%	1
Cadastro das unidades	Inexistente	100%	25. Universalizar o cadastramento de todas as unidades que tem ligação direta de água	Atingir o cadastramento de todas as unidades em curto prazo e manter no período planejado para novas construções	50%	100%	100%	100%	3
Índice de micromedição	61%	100%	26. Garantir a universalização de micromedição	Atingir e manter 100% de micromedição e substituição dos hidrômetros fora do prazo de validade até 2018	80%	100%	100%	100%	1
Potabilidade da água	Não atende	Atendimento aos requisitos da Portaria 2914 do Ministério da Saúde	27. Garantir a potabilidade da água de abastecimento	Adequar e manter a qualidade da água e amostragem em conformidade com os requisitos da portaria 2914 do MS durante todo o horizonte de planejamento	Adequar	Manter	Manter	Manter	1
Índice de Perdas	Sem registro	Máximo 25%	28. Alcançar e manter o máximo de 25% de perdas	Reduzir o índice de perdas até ficar menor ou igual a 25%	- 4% ao ano	- 3% ao ano	≤ 25%	≤ 25%	1
Inadimplência	Sem registro	0%	29. Eliminar a inadimplência	Reduzir a inadimplência a 0%	- 5% ao ano	- 3% ao ano	0%	0%	3
Produção de água/Demanda	0	1	30. Garantir que a produção de água atenda a demanda requerida	Adequar a produção de água para manter a demanda instalada para que o índice seja igual a 1	+ 0,1 ao ano	+ 0,05 ao ano	1	1	2
Manutenção da infraestrutura do sistema	Não atende	Manutenção preventiva e corretiva da	31. Alcançar e manter a qualidade da infraestrutura do	Alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto	Adequar	Manter	Manter	Manter	1

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						Prioridade
	Situação do serviço e infraestrutura de abastecimento de água – Zona Rural	Atendimento Adequado	Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				
					Imediato	Curto	Médio	Longo	
					2018 a 2021	2022 a 2025	2026 a 2029	2030 a 2037	
		infraestrutura do sistema em conformidade	sistema	prazo					

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				Prioridade
	Situação do serviço e infraestrutura de esgotamento sanitário – Zona Urbana	Atendimento Adequado			2018 a 2021	2022 a 2025	2026 a 2029	2030 a 2037	
Cobertura	0%	100%	32. Atingir e manter a universalização do sistema coletivo de esgotamento sanitário	Ampliar a cobertura do sistema coletivo de esgotamento sanitário e manter após universalização.	20%	50%	100%	100%	1
Adequação de banheiros	Não quantificado	100% dos banheiros adequados, conforme padrão estabelecido pela FUNASA	33. Atingir e manter adequação de todos os banheiros das habitações do município	Adequar e construir banheiros, nos padrões estabelecidos pela FUNASA, para atingir 100% de adequação para todas as habitações do município	100%	100%	100%	100%	1
Destinação final adequada	0%	100% do esgoto coletado destinado com eficiência	34. Atingir e manter eficiência adequada de tratamento em função da destinação final do esgoto	Adequar os sistemas de tratamento para atingir eficiência adequada à destinação final do esgoto em médio prazo.	20%	50%	100%	100%	1
Reuso do esgoto tratado	0%	100% do esgoto tratado utilizado para reuso em conformidade com o licenciamento ambiental	35. Atingir 100% do esgoto tratado utilizado para reuso em conformidade com o licenciamento ambiental.	Destinar 100% do esgoto tratado em conformidade para reuso.	20%	50%	100%	100%	2
Manutenção da infraestrutura do sistema	Não atende	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	36. Alcançar e manter a qualidade da infraestrutura do sistema	Alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Adequar	Manter	Manter	Manter	1

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				Prioridade
	Situação do serviço e infraestrutura de esgotamento sanitário – Zona Rural	Atendimento Adequado			Imediato	Curto	Médio	Longo	
					2018 a 2021	2022 a 2025	2026 a 2029	2030 a 2037	
Cobertura	0%	100%	37. Atingir e manter a universalização do sistema coletivo de esgotamento sanitário	Ampliar a cobertura do sistema coletivo de esgotamento sanitário e manter após universalização.	20%	50%	100%	100%	1
Adequação de banheiros	Não quantificado	100% dos banheiros adequados, conforme padrão estabelecido pela FUNASA	38. Atingir e manter adequação de todos os banheiros das habitações do município	Adequar e construir banheiros, nos padrões estabelecidos pela FUNASA, para atingir 100% de adequação para todas as habitações do município	100%	100%	100%	100%	1
Destinação final adequada	0%	100% do esgoto coletado destinado com eficiência	39. Atingir e manter eficiência adequada de tratamento em função da destinação final do esgoto	Adequar os sistemas de tratamento para atingir eficiência adequada à destinação final do esgoto em médio prazo.	20%	50%	100%	100%	2
Reuso do esgoto tratado	0%	100% do esgoto tratado utilizado para reuso em conformidade com o licenciamento ambiental	40. Atingir 100% do esgoto tratado utilizado para reuso em conformidade com o licenciamento ambiental.	Destinar 100% do esgoto tratado em conformidade para reuso.	20%	50%	100%	100%	2
Manutenção da infraestrutura do sistema	Não atende	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	41. Alcançar e manter a qualidade da infraestrutura do sistema	Alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Adequar	Manter	Manter	Manter	1

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						Prioridade
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				
	Imediato	Curto			Médio	Longo			
	2018 a 2021	2022 a 2025			2026 a 2029	2030 a 2037			
	Situação do serviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos – Zona Urbana	Atendimento Adequado							
Cobertura da coleta de RSU	100%	100%	42. Manter a universalização do atendimento	Coletar os RSU em toda a área urbana.	100%	100%	100%	100%	1
				Adequar a oferta de serviço à expansão urbana.	100%	100%	100%	100%	1
Cobertura da coleta seletiva	0%	100%	43. Alcançar e manter a universalização do atendimento	Alcançar universalização da cobertura da coleta seletiva, com implantação por bairros.	+ 10% ao ano	+ 7% ao ano	+ 7% ao ano	100%	1
Destinação adequada RS	0%	100%	44. Destinar adequadamente os RS	Disposição final do rejeito em aterros sanitários	100%	100%	100%	100%	1
	Não quantificado			Destinação adequada do material reciclável e reaproveitamento	+ 10% ao ano	+ 7% ao ano	+ 7% ao ano	100%	1
	100%			Destinação adequada dos RSS	Manter	Manter	Manter	Manter	1
	100%			Destinação adequada dos RCC	100%	100%	100%	100%	2
Cobertura do serviço limpeza pública	Não quantificado	100%	45. Alcançar e manter a universalização do serviço de limpeza pública	Manter 100% de varrição de ruas pavimentadas	100%	100%	100%	100%	1
	0%			Alcançar e manter 100% de coleta de volumosos	100%	100%	100%	100%	2
	Não quantificado			Alcançar e manter 100% de poda e capina	100%	100%	100%	100%	2
	Não quantificado			Alcançar e manter 100% de implantação de PEV	100%	100%	100%	100%	2
Per capita de produção de RS	0,69	Redução contínua da produção	46. Reduzir a produção de resíduos sólidos	Criar programas de conscientização da população para alcançar a redução contínua da geração dos RSU	< 0,69 kg/hab.dia	< 0,65 kg/hab.dia	< 0,60 kg/hab.dia	< 0,55 kg/hab.dia	1

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				Prioridade
	Imediato	Curto			Médio	Longo			
Situação do serviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos – Zona Urbana	Atendimento Adequado	2018 a 2021	2022 a 2025	2026 a 2029	2030 a 2037				
Manutenção da infraestrutura do sistema	Não atende	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	47. Alcançar e manter a qualidade da infraestrutura do sistema	Alcançar e manter em conformidade a manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Adequar	Manter	Manter	Manter	1

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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	
Situação do serviço e infraestrutura de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos – Zona Rural	Atendimento Adequado			2018 a 2021	2022 a 2025	2026 a 2029	2030 a 2037		
Cobertura da coleta de RSU	0%	100%	48. Alcançar e manter a universalização do atendimento	Coletar os RS em toda a área rural, com metodologia conforme estudo de viabilidade. Adequar a oferta de serviço à expansão da demanda.	100%	100%	100%	100%	1
Cobertura da coleta seletiva	0%	100%	49. Alcançar e manter a universalização do atendimento	Alcançar universalização da cobertura da coleta seletiva, com implantação por comunidade.	+ 10% ao ano	+ 7% ao ano	+ 7% ao ano	100%	2
Destinação adequada RS	0%	100%	50. Destinar adequadamente os RS	Disposição final do rejeito em aterros sanitários	100%	100%	100%	100%	1
	Não quantificado			Destinação adequada do material reciclável e reaproveitamento	+ 10% ao ano	+ 7% ao ano	+ 7% ao ano	100%	1
	Não quantificado			Destinação adequada dos RSS	100%	100%	100%	100%	1
	0%			Destinação adequada dos RCC	100%	100%	100%	100%	2
Per capita de produção de RS	Não quantificado	Redução contínua da produção	51. Reduzir a produção de resíduos sólidos	Criar programas de conscientização da população para alcançar a redução contínua da geração dos RS	< 0,60 kg/hab.dia	< 0,55 kg/hab.dia	< 0,50 kg/hab.dia	< 0,45 kg/hab.dia	2
Manutenção da infraestrutura do sistema	Não atende	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	52. Alcançar e manter a qualidade da infraestrutura do sistema	Alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Adequar	Manter	Manter	Manter	1

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						Prioridade
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				
	Situação do serviço e infraestrutura de manejo das águas pluviais – Zona Urbana	Atendimento Adequado			Imediato	Curto	Médio	Longo	
2018 a 2021	2022 a 2025	2026 a 2029	2030 a 2037						
Cobertura de Pavimentação	25%	100%	53. Atingir 100% da pavimentação e manter conforme a expansão urbana.	Alcançar total pavimentação e manter conforme expansão urbana até curto prazo.	40%	60%	80%	100%	2
Ocorrência de alagamento nos 5 anos anteriores	Existência de pontos de alagamentos	Ausência de pontos de alagamento em 100%	54. Solucionar os pontos de ocorrência de alagamento	Estruturar o sistema para não ocorrer alagamentos em curto prazo.	50%	100%	100%	100%	1
Manutenção da infraestrutura do sistema	Não atende	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	55. Alcançar e manter a qualidade da infraestrutura do sistema	Alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Adequar	Manter	Manter	Manter	1

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

Indicador	Cenário Atual	Cenário Referência	Cenário Futuro						Prioridade
			Objetivo	Meta	Prazo / Quantificação das Metas				
	Imediato	Curto			Médio	Longo			
	2018 a 2021	2022 a 2025			2026 a 2029	2030 a 2037			
Situação do serviço e infraestrutura de manejo das águas pluviais – Zona Rural	Atendimento Adequado								
Passagem molhada	Não quantificado	100%	56. Eliminar todos os pontos críticos de acumulação de água nos acessos das comunidades rurais.	Atingir 100% dos pontos críticos de acumulação de água com execução de passagem molhada.	80%	100%	100%	100%	2
Pavimentação de áreas críticas	Não quantificado	100%	57. Solucionar os pontos críticos nas estradas de acesso às comunidades	Atingir 100% dos pontos críticos das estradas de acesso às comunidades com estruturação adequada de pavimentação	80%	100%	100%	100%	1
Manutenção da infraestrutura do sistema	Não atende	Manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em conformidade	58. Alcançar e manter a qualidade da infraestrutura do sistema	Alcançar e manter conformidade na manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura do sistema em curto prazo	Adequar	Manter	Manter	Manter	2

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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 depende do arranjo institucional a ser seguido.

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

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

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

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

Todavia para a instituição desta Política Municipal de Saneamento, é necessária além da verificação realizada na Etapa de diagnóstico, a compatibilização com as legislações municipais existentes, visto que, no tocante 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 Bom Jesus, 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 Bom Jesus, somente possui sancionadas a Lei Orgânica Municipal, a Lei de Delimitação Urbana e o Código Sanitário, que tratam sobre a matéria.

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

O mesmo ocorre com a Lei de Delimitação Urbana e o Código Sanitário que preveem direitos e garantias sobre ações que atingem direta ou tangencialmente a questão do saneamento, mas que não limitam uma proposta plena de institucionalização de uma política no município sobre a matéria.

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

A inexistência desse instrumento institucional de planejamento não impossibilita 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, esse precisará ser feito em concordância, ou pelo menos em correspondência, ao Plano de Saneamento existente, ressalvadas, por óbvio, as mudanças necessárias a serem instituídas em razão dos estudos observados para ambos, compatibilizando-os.

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

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

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

Dessa maneira torna-se necessário que o Município de Bom Jesus crie/desenvolva/aprimore/etc. 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 Bom Jesus representa que o ente municipal está procurando cumprir aquilo que o Legislador o incumbiu de realizar no que se refere ao planejamento, ou seja, que o Município demonstra-se preparado institucionalmente para representar a municipalidade no sentido explícito de estabelecer aquilo que se almeja, além de quando e como deve ser adimplido.

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

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

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

4.1.1 Da prestação de serviço

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

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

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

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

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

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

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

²Idem, p. 72.

³Idem. p. 73.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.1.1.1 Prestação Municipal Direta

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

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

4.1.1.2 Prestação Municipal Indireta

A prestação de serviço de saneamento de forma indireta 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 à administração, operação, manutenção e expansão dos serviços de saneamento⁷.

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

⁵ BRASIL *apud* HELLER, 2012.

⁶ HELLER, 2012. p16.

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

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

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

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

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

Por outra ótica, no entanto, a empresa pública, demonstra-se 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

⁸ Idem, p. 10.

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 ser criadas e desenvolvidas através de ações consorciadas intermunicipais para prestação regionalizada tal qual prevê o art. 14 da Lei Federal nº 11.445/2007.

4.1.1.4 Prestação por Agentes Privados

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

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.

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 aas receitas tarifárias, além de possibilitar o agravamento da falta de integração entre as infraestruturas e os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e resíduos sólidos, especialmente nas áreas pobres e desprovidas destes equipamentos e serviços¹⁰.

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

4.1.1.5 Da escolha do município

Em razão das análises realizadas anteriormente, e das respostas possíveis de serem extraídas do diagnóstico previamente realizado o Município de Bom Jesus indica a sua orientação pelo modelo de prestação por companhias regionais para o serviço de abastecimento de água e esgoto, privado para os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, e direto para o serviço de drenagem e manejo de águas pluviais.

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

4.1.2 Da regulação e fiscalização

Ao ser instituído, 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

¹⁰ Idem 76

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

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

Assim, uma vez instituída a regulação do setor pelo Titular, sendo requisito obrigatório a ser observada 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;

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.

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

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

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

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

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

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

Uma vez analisada a importância da regulação, a obrigatoriedade da indicação de um ente regulador, quais seus princípios formadores e os objetivos e competências deste ente regulador, cabe ao Município de Bom Jesus 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

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

¹⁴ idem. p.36.

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.

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

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

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

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

II - requisitos operacionais e de manutenção dos sistemas;

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

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

V - medição, faturamento e cobrança de serviços;

VI - monitoramento dos custos;

VII - avaliação da eficiência e eficácia dos serviços prestados;

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

IX - subsídios tarifários e não tarifários;

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

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

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

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

Art. 23. [...]

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

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

4.1.1 Da cooperação regional

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

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

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

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

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

4.1.2 Da criação da Política Municipal de Saneamento Básico

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

Neste momento, importa observar que a Legislação deve ser apresentada através de Projeto de Lei Municipal na forma estabelecida na Lei Orgânica do Município de Bom



Jesus no qual são competentes para a proposição os vereadores constituintes da Câmara Municipal e o Prefeito Municipal.

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

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

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

Tal indicação se torna possível e desejável uma vez que exista na lei instituidora da Política Municipal do Setor de Saneamento a delegação ao Prefeito da regulamentação desta através de decreto que publique a cada quatro anos após o procedimento de revisão o Plano Municipal de Saneamento Básico.

4.2 PROJEÇÃO DO CRESCIMENTO MUNICIPAL NO HORIZONTE DE REFERÊNCIA

4.2.1 Projeção Demográfica

Para o planejamento em prol de atingir a universalização do saneamento básico do Município de Bom Jesus, 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 Bom Jesus, é necessário atender às demandas atuais e acompanhar o crescimento nos próximos 20 anos, por isso, é preciso realizar a projeção da população do município. Existem inúmeras metodologias que podem ser utilizadas, porém é preciso avaliar criteriosamente a sua aplicabilidade e suas limitações. Alguns dos métodos usualmente utilizados para projeção da população, como os métodos geométrico e aritmético, por exemplo, apresentam algumas limitações. Dentre elas pode-se citar que estas metodologias se restringem a pequenos intervalos de tempo, tornando-as inconsistentes caso aplicadas em um horizonte de 20 anos.

Adotou-se como ano inicial de projeção o ano de 2018, por ser o ano posterior ao período de finalização da elaboração do plano. Desta forma, a partir do ano de referência e da utilização dos dois últimos censos realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE projetou-se ano a ano a população até o ano de 2037, a fim de garantir o horizonte de planejamento de 20 anos.

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

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

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

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

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

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

Assim:

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

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

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

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

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

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

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

Por partir do pressuposto linear entre o crescimento da população da área maior e o crescimento da população da área menor, o método AiBi não é capaz de gerar estimadores consistentes quando a área maior e a área menor apresentam direções de crescimento populacional opostas. No caso do município de Bom Jesus, 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 feito 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.

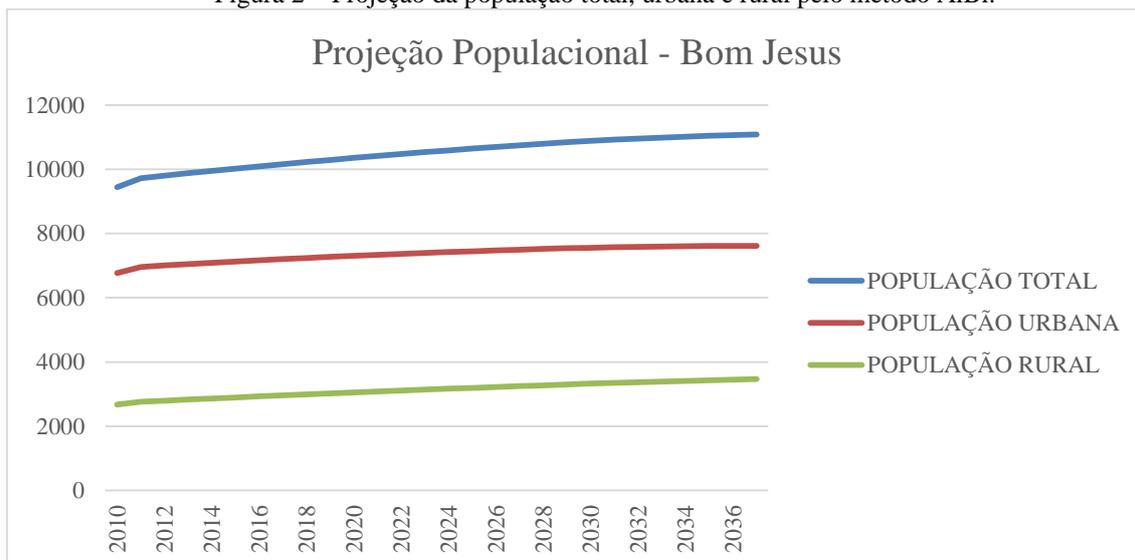


Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2017.

4.2.1.2 Estimativa Populacional do Município de Bom Jesus.

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

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



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2017.

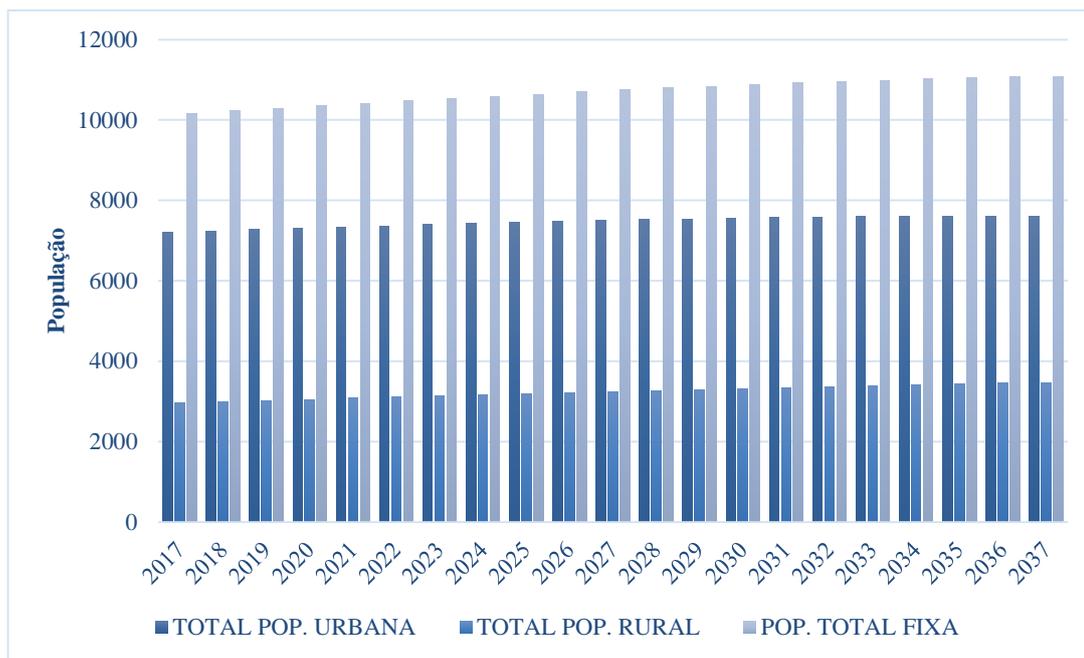
Tabela 21 – Estimativa populacional do Município de Bom Jesus.

ANO	TOTAL		POP. TOTAL FIXA	ANO	TOTAL		POP. TOTAL FIXA
	POP. URBANA	POP. RURAL			POP. URBANA	POP. RURAL	
2017	7202	2959	10161	2028	7520	3275	10795
2018	7238	2990	10227	2029	7541	3301	10841
2019	7272	3020	10292	2030	7559	3326	10885
2020	7305	3050	10355	2031	7574	3349	10922
2021	7336	3080	10416	2032	7586	3371	10957
2022	7367	3109	10476	2033	7596	3393	10989
2023	7396	3138	10534	2034	7604	3414	11018
2024	7424	3166	10590	2035	7610	3434	11044
2025	7450	3194	10644	2036	7614	3452	11067
2026	7475	3222	10697	2037	7616	3470	11087
2027	7498	3249	10747				

Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2017.

Observa-se uma tendência de crescimento tanto da população da zona urbana quanto da zona rural do município no horizonte de planejamento, sendo a população urbana maior do que a rural. Na Figura 3 nota-se com detalhe a evolução da projeção populacional, conforme discutido.

Figura 3 – Evolução da população do Município de Bom Jesus.



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2017.

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 Bom Jesus aconteça de forma coerente para todo o território.

Tabela 22 – Informações sobre unidades de planejamento de Bom Jesus.

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
ZONA URBANA	CIDADE	0	-5.985091; -35.582660	X		3.543		28.02.2017	7.801		28.02.2017
Sítio Vinte e Nove	COMUNIDADE RURAL	6 KM	-5.963283; -35.625987	X			54	28.02.2107		128	28.02.2017
Sítio Lagoa do Mel	COMUNIDADE RURAL	2,5 KM	-5.950427; -35.602276		X		128	28.02.2017		499	28.02.2017
Sítio Santa Catarina	COMUNIDADE RURAL	2 KM	-5.981983; -35.595494		X		100	28.02.2017		329	28.02.2017
Sítio Muquem	COMUNIDADE RURAL	7 KM	-5.965718; -35.648798		X		93	28.02.2017		310	28.02.2017
Sítio Lameiro	COMUNIDADE RURAL	4 KM	-5.950187; -35.590051		X		8	28.02.2017		32	28.02.2017
Sítio Riacho Fundo	COMUNIDADE RURAL	3 KM	-5.970441; -35.602823		X		21	28.02.2017		50	28.02.2017
Sítio Tanques	COMUNIDADE RURAL	5 KM	-5.988544; -35.616167		X		52	28.02.2017		74	28.02.2017
Sítio Piabas	COMUNIDADE RURAL	10 KM	-6.031855; -35.615685		X		63	28.02.2017		219	28.02.2017
Sítio Maleitas	COMUNIDADE RURAL	11KM	-6.035810; -35.608679		X		32	28.02.2017		132	28.02.2017
Sítio Capim	COMUNIDADE RURAL	13KM	-6.037170; -35.605130		X		110	28.02.2017		401	28.02.2017
Sítio Lagoa dos Bezerros	COMUNIDADE RURAL	12 KM	-6.004734; -35.552746		X		44	28.02.2017		183	28.02.2017
Sítio Grossos	COMUNIDADE QUILOMBOLAS	5 KM	-6.000696; -35.549557	X			152	28.02.2017		463	28.02.2017
Sítio Passagem Comprida	COMUNIDADE QUILOMBOLAS	6 KM	-5.990554; -35.548652		X		58	28.02.2017		161	28.02.2017
Sítio Pavilhão	COMUNIDADE QUILOMBOLAS	7 KM	-5.985925; -35.542159		X		32	28.02.2017		85	28.02.2017

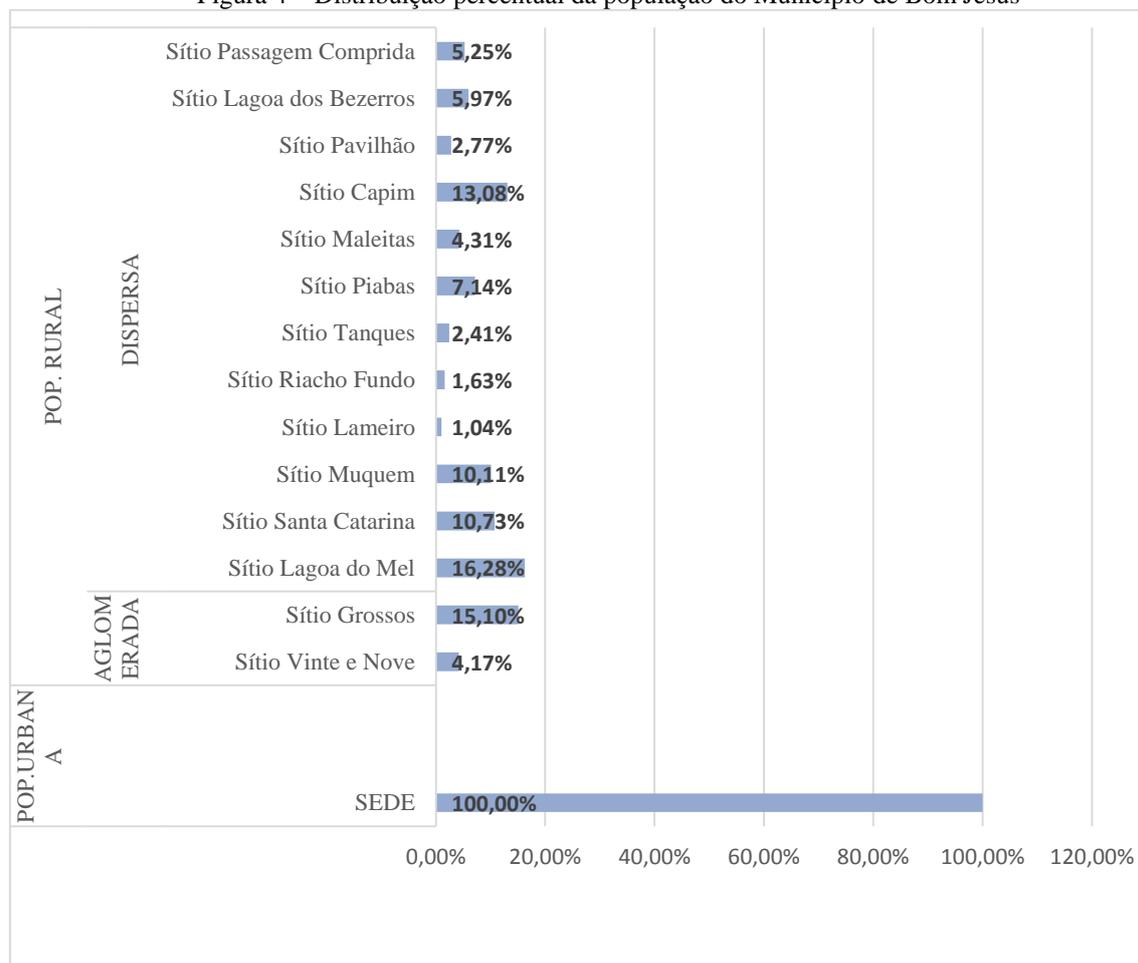
Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

Em decorrência do Município de Bom Jesus ainda não possuir Plano Diretor, mas já ter aprovado a Lei de Delimitação do Perímetro Urbano, para elaboração dos estudos de projeção das demandas atuais e futuras, foi feita a distinção das zonas urbanas e rurais em função desta última.

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 às 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 de Bom Jesus



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2017.



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 de Bom Jesus.

ANO	POP. URBANA		POP. RURAL														POP. RURAL TOTAL FIXA	POP. TOTAL FIXA
	SEDE	POP URBANA TOTAL FIXA	AGLOMERADA			DISPERSA												
			Sítio Vinte e Nove	Sítio Grossos	Sítio Lagoa do Mel	Sítio Santa Catarina	Sítio Muquem	Sítio Lameiro	Sítio Riacho Fundo	Sítio Tanques	Sítio Piabas	Sítio Maleitas	Sítio Capim	Sítio Lagoa dos Bezerros	Sítio Passagem Comprida	Sítio Pavilhão		
2017	7202	7202	124	447	482	317	299	31	48	71	211	127	387	177	155	82	2876	10078
2018	7238	7238	125	451	487	321	302	31	49	72	214	129	391	178	157	83	2907	10145
2019	7272	7272	126	456	492	324	305	32	49	73	216	130	395	180	159	84	2937	10209
2020	7305	7305	127	461	496	327	308	32	50	74	218	131	399	182	160	85	2965	10270
2021	7336	7336	129	465	501	330	311	32	50	74	220	133	403	184	162	85	2994	10330
2022	7367	7367	130	470	506	334	314	32	51	75	222	134	407	186	163	86	3024	10391
2023	7396	7396	131	474	511	337	317	33	51	76	224	135	410	187	165	87	3051	10447
2024	7424	7424	132	478	515	340	320	33	52	76	226	136	414	189	166	88	3077	10501
2025	7450	7450	133	482	520	343	323	33	52	77	228	138	418	191	168	89	3106	10556
2026	7475	7475	135	487	524	346	326	34	53	78	230	139	421	192	169	89	3134	10609
2027	7498	7498	136	491	529	349	328	34	53	78	232	140	425	194	171	90	3160	10658
2028	7520	7520	137	495	533	351	331	34	53	79	234	141	428	195	172	91	3183	10703
2029	7541	7541	138	498	537	354	334	34	54	80	236	142	432	197	173	92	3209	10750
2030	7559	7559	139	502	541	357	336	35	54	80	238	143	435	199	175	92	3234	10793
2031	7574	7574	140	506	545	359	339	35	55	81	239	144	438	200	176	93	3257	10831
2032	7586	7586	141	509	549	362	341	35	55	81	241	145	441	201	177	93	3278	10864
2033	7596	7596	142	512	552	364	343	35	55	82	242	146	444	203	178	94	3298	10894
2034	7604	7604	143	515	556	366	345	36	56	82	244	147	446	204	179	95	3319	10923
2035	7610	7610	143	518	559	368	347	36	56	83	245	148	449	205	180	95	3337	10947
2036	7614	7614	144	521	562	370	349	36	56	83	247	149	452	206	181	96	3356	10970
2037	7616	7616	145	524	565	372	351	36	57	84	248	149	454	207	182	96	3374	10990

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

4.2.2 Estimativa da População Flutuante do Município de Bom Jesus

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 Bom Jesus não foi verificada ocorrência de população flutuante significativa, com aumento da população acontecendo somente em eventos pontuais como, por exemplo, festa da padroeira, emancipação política municipal, entre outros. No entanto, o acréscimo populacional decorrente desses eventos é momentâneo e não pressiona os sistemas a ponto de ser necessário sua inclusão no dimensionamento das infraestruturas de saneamento básico. O sistema tem suprido de maneira suficiente, sem grandes problemas, as demandas excedentes.

4.2.3 Estimativa populacional do sistema regionalizado de abastecimento de água da Adutora Monsenhor Expedito

Tendo em vista que a população abastecida pelo Sistema Adutor Monsenhor Expedito tem sua variação a partir da composição de incrementos populacionais de diversos municípios, os quais possuem dinâmicas diferentes de evolução populacional, e da ampliação da cobertura do sistema para atendimento de maior área de abrangência (incluindo mais municípios, ou comunidades dos municípios já atendidos), não foi possível quantificar a sua evolução populacional. A Tabela 24 apresenta os municípios atendidos por esse sistema adutor.

Tabela 24 - Estimativa de população abastecida pelo sistema regionalizado da Adutora Monsenhor Exedito no ano de 2017.

Município	Município
Barcelona	Boa Saúde
Bom Jesus	Campo Redondo
Coronel Ezequiel	Ielmo Marinho
Jaçanã	Japi
Lagoa d'Anta	Lagoa de Pedras
Lagoa de Velhos	Lagoa Salgada
Lajes Pintadas	Monte das Gameleiras
Passa e Fica	Ruy Barbosa
Santa Maria	São Bento do Trairi
São José do Campestre	São Paulo do Potengi
São Pedro	São Tomé
Serra Caiada	Serra de São Bento
Serrinha	Senador Elói de Souza
Sítio Novo	Tangará
Macaíba	Monte Alegre
Santo Antônio	Vera Cruz
Santa Cruz	

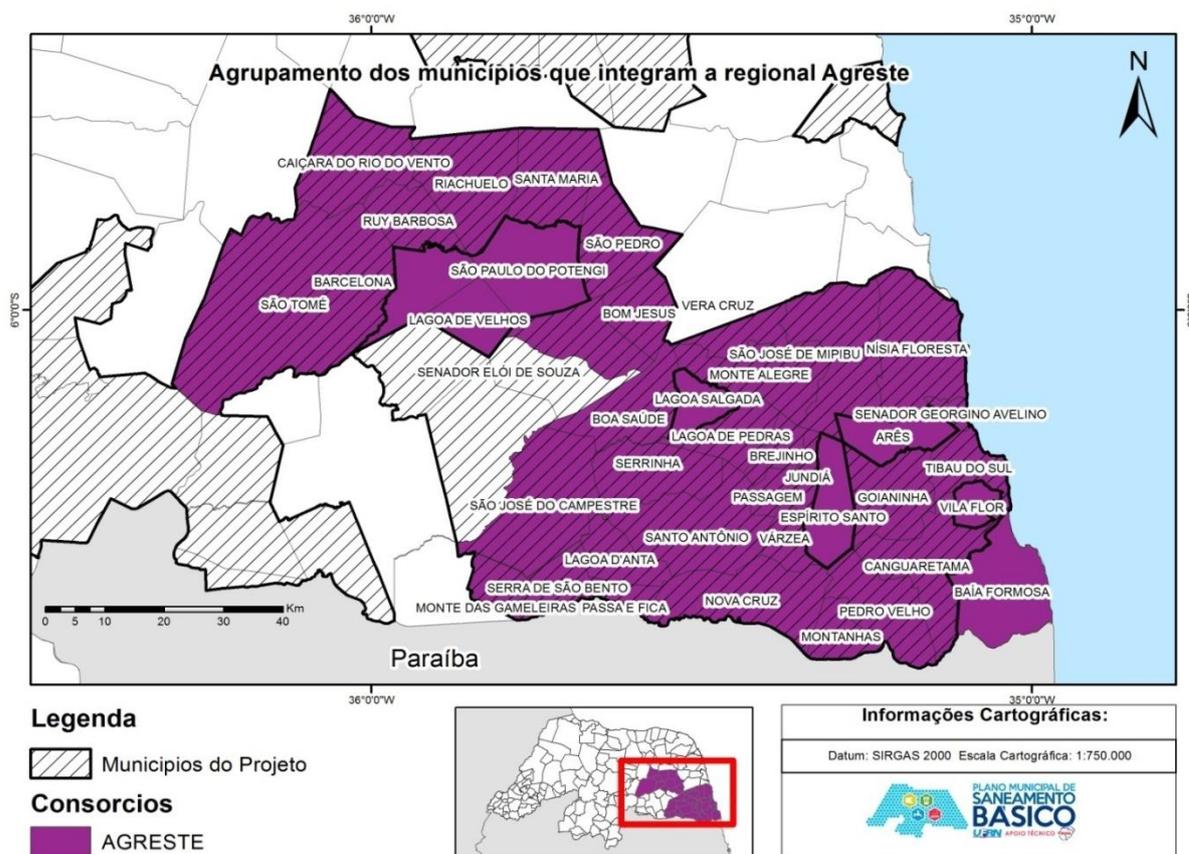
Fonte: CAERN, 2017.

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

O município de Bom Jesus atualmente encontra-se inserido no agrupamento Agreste (Figura 5), que contém 40 municípios do RN, integrando o Consórcio Público de Resíduos Sólidos do Agreste no Estado do Rio Grande do Norte. Cada agrupamento será dotado de unidade adequada para a disposição final dos dejetos (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).

No entanto, destaca-se que o consórcio ainda não foi formalizado e o município ainda não assinou o termo de intenção para a participação do mesmo.

Figura 5 – Agrupamento dos Municípios que integram a regional Agreste.



Fonte: Equipe de Apoio Técnico da UFRN, 2017.

A Tabela 25 apresenta a população em 2010 dos municípios que integram a regional Agreste do consórcio de resíduos sólidos.

Tabela 25 - População dos municípios que compõem o Consórcio Público de Resíduos Sólidos do Agreste no Estado do Rio Grande do Norte.

Item	Município	População
		(IBGE, 2010)
1	Arêz	12.931
2	Baia Formosa	8.573
3	Barcelona	3.950
4	Boa Saúde	9.011
5	Bom Jesus	9.440
6	Brejinho	11.577
7	Caiçara do Rio dos Ventos	3.308
8	Canguaretama	30.916
9	Espírito Santo	10.475
10	Goianinha	22.481
11	Jundiá	3.582



Item	Município	População
		(IBGE, 2010)
12	Lagoa d'Anta	6.227
13	Lagoa de Pedras	6.989
14	Lagoa de Velhos	2.668
15	Lagoa Salgada	7.564
16	Montanhas	11.413
17	Monte Alegre	20.685
18	Monte das Gameleiras	2.261
19	Nísia Floresta	23.784
20	Nova Cruz	35.490
21	Passa e Fica	11.100
22	Passagem	2.895
23	Pedro Velho	14.114
24	Riachuelo	7.067
25	Ruy Barbosa	3.595
26	Santa Maria	4.762
27	Santo Antônio	22.216
28	São José do Campestre	12.356
29	São José do Mipibú	39.776
30	São Paulo do Potengi	15.843
31	São Pedro	6.235
32	São Tomé	10.827
33	Senador Elói de Souza	5.637
34	Serra de São Bento	5.743
35	Serrinha	6.581
36	Tibau do Sul	11.385
37	Várzea	5.236
38	Vera Cruz	10.719
39	Vila Flor	2.872
Total		442.284

Fonte: IBGE, 2010.

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



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

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

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

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

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

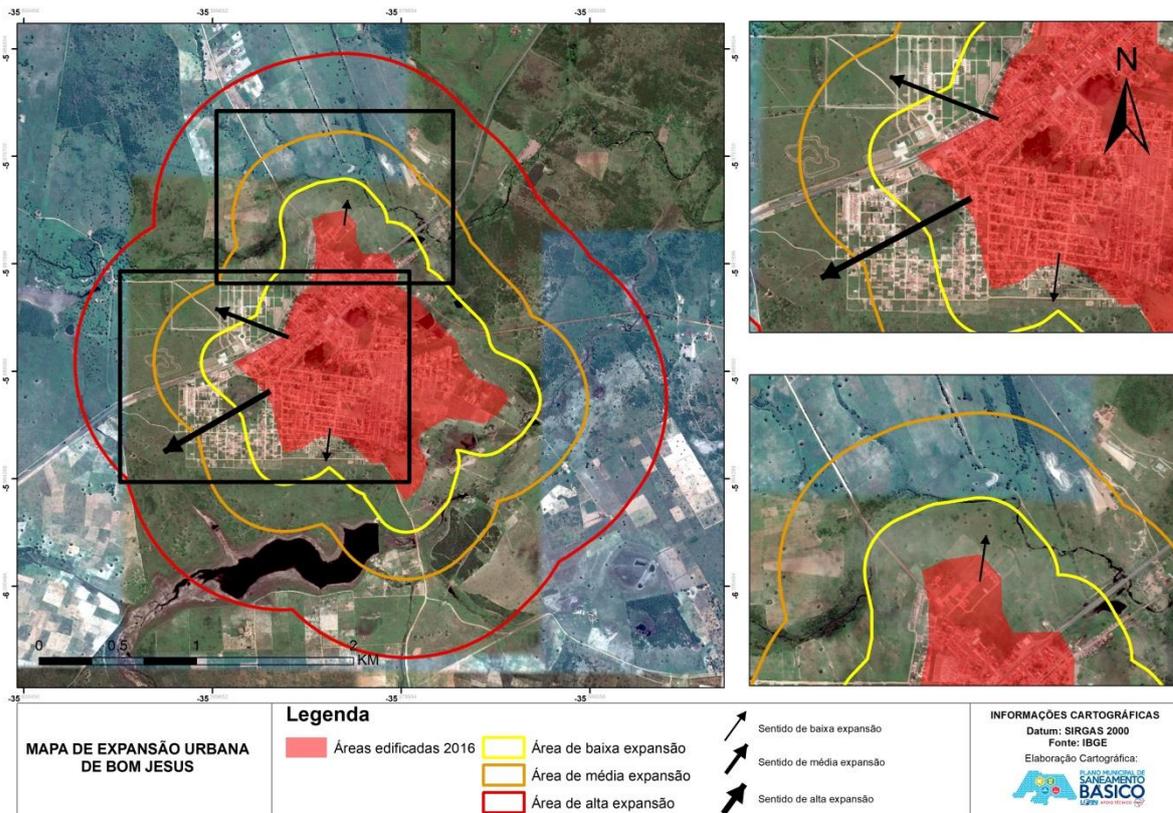
O sentido dessa expansão é indicado conforme percebido no sentido das vias de acesso, pensando pelo viés que esses objetos (vias de acesso) possibilitam novas ações (especulação imobiliária), gerando novos objetos (novas edificações). A intensidade desse sentido também está presente na representação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

Considerando o exposto acima, a Figura 6 apresenta o mapa de expansão urbana do município de Bom Jesus.

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

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

Figura 6 - Mapa de expansão urbana do município de Bom Jesus.



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2017.

Observa-se que as áreas de expansão se estendem para as margens do Rio Jundiáí, o que justifica a necessidade de adequação da infraestrutura de saneamento básico a fim de proteger esse importante corpo hídrico, bem como evitar 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 7 tem representados os componentes de um sistema de abastecimento de água.

Figura 7 – Componentes de um Sistema de Abastecimento de Água (SAA)



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2017.

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 à 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 Bom Jesus (Tabela 22) identificou o número de residências que cada unidade de planejamento possui. Para verificar as necessidades atuais e futuras para ligações de água é necessário primeiramente avaliar as localidades com rede de distribuição instalada. De acordo com o Diagnóstico Técnico-Participativo referente aos dados da CAERN (2017), o Município de Bom Jesus possuía em outubro de 2017 um total de 4.972 ligações cadastradas, sendo 3.780 ligações de água ativas.

Identificou-se ainda, que o município possuía no mesmo período um total de 4.762 economias residenciais cadastradas em todo município.

No entanto, como esses dados não estão detalhados por comunidade, para o cálculo da projeção do número de ligações foram utilizadas as informações repassadas pela Prefeitura Municipal quanto à estimativa do número de residências ligadas à rede de distribuição. Nessa estimativa foram contabilizadas 4.328 economias residenciais ativas, sendo que destas 54 localizam-se no Sítio Vinte e Nove, 26 localizam-se no Sítio Lagoa do Mel, 100 localizam-se no Sítio Santa Catarina, 93 localizam-se no Sítio Muquem, 21 localizam-se no Sítio Riacho Fundo, 63 localizam-se no Sítio Piabas, 32 localizam-se no Sítio Maleitas, 110 localizam-se no Sítio Capim, 44 localizam-se no Sítio Lagoa dos Bezerras, 152 localizam-se no Sítio Grossos, 58 localizam-se no Sítio Passagem Comprida, 32 localizam-se no Sítio Pavilhão, restando 3.543 economias na sede. Os Sítios Lameiro e Tanques não possuem ligação de água em suas residências.

Com base nesses dados, podemos identificar que 11% das ligações cadastradas não estão efetivamente ligadas à rede de distribuição. Essa constatação pode significar que uma parcela das ligações inativas pode estar realizando ligações clandestinas para consumo não faturado de água do sistema de abastecimento de água. Deste modo, é de fundamental importância prever ação, de prazo imediato, para verificação das ligações cadastradas inativas, de modo a verificar as causas do seu desligamento e as possíveis ligações clandestinas, executando a reativação das mesmas, segundo consentimento dos usuários, para garantia do pleno atendimento das ligações cadastradas que demandam consumo no sistema.

Tendo o objetivo de identificar o déficit de ligações para cada uma dessas localidades, foi calculada a diferença entre o número de imóveis em cada uma das localidades com rede de abastecimento e o número de economias cadastradas ligadas ao sistema de abastecimento de água. Deste modo, considerando o número de residências existentes em todas as 14 comunidades rurais do município e o número de economias residenciais existentes, estima-se que há um déficit de 162 (cento e sessenta e duas) ligações para garantir o atendimento integral das populações dessas localidades. No que se refere à sede, o déficit identificado foi de 00 (zero) ligação. Para as comunidades que não possuem rede de abastecimento de água instalada, o déficit de ligações corresponde ao número absoluto de residências implantadas.

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



Para realizar a estimativa do número de ligações de água necessárias de serem implantadas na sede e das localidades com características urbanas, ano a ano do horizonte de planejamento, dividiu-se a população no ano de referência pela densidade ocupacional da área urbana, a qual corresponde a 3,53 (taxa de adensamento urbano). No que se refere à estimativa do déficit do número de ligações de água nas comunidades rurais que serão atendidas por rede de abastecimento de água, dividiu-se a população de cada uma no ano de referência pela densidade ocupacional de 2,95 (taxa de adensamento rural).

Para o alcance da universalização do abastecimento de água é necessário focar no pleno atendimento não apenas da sede municipal, mas também dos Sítios e Assentamentos aglomerados. A partir do conhecimento da projeção do crescimento vegetativo ao longo do horizonte de planejamento para cada uma dessas localidades (urbanas e rurais), tornou-se possível determinar a quantidade de ligações residenciais a serem implantadas anualmente (Tabela 26 e Tabela 27).

Tabela 26 – Número de Ligações nas localidades urbanas a serem implantadas anualmente ao longo do horizonte de planejamento.

ANO	POP. URBANA		
	SEDE		
	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano
2017	7202	2041	0
2018	7238	2051	10
2019	7272	2061	10
2020	7305	2070	9
2021	7336	2079	9
2022	7367	2087	8
2023	7396	2096	9
2024	7424	2104	8
2025	7450	2111	7
2026	7475	2118	7
2027	7498	2125	7
2028	7520	2131	6
2029	7541	2137	6
2030	7559	2142	5
2031	7574	2146	4
2032	7586	2150	4
2033	7596	2152	2
2034	7604	2155	3
2035	7610	2156	1
2036	7614	2157	1
2037	7616	2158	1

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

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

ANO	POP. RURAL											
	AGLOMERADA						DISPERSA					
	Sítio Vinte e Nove			Sítio Grossos			Sítio Lagoa do Mel			Sítio Santa Catarina		
	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano
2017	124	43	0	447	152	0	482	102	102	317	108	0
2018	125	43	0	451	153	1	487	166	102	321	109	1
2019	126	43	0	456	155	3	492	167	103	324	110	2
2020	127	44	1	461	157	5	496	169	105	327	111	3
2021	129	44	1	465	158	6	501	170	106	330	112	4
2022	130	45	2	470	160	8	506	172	108	334	114	6
2023	131	45	2	474	161	9	511	174	110	337	115	7
2024	132	45	2	478	163	11	515	175	111	340	116	8
2025	133	46	3	482	164	12	520	177	113	343	117	9
2026	135	46	3	487	166	14	524	178	114	346	118	10
2027	136	47	4	491	167	15	529	180	116	349	119	11
2028	137	47	4	495	168	16	533	181	117	351	119	11
2029	138	47	4	498	169	17	537	183	119	354	120	12
2030	139	48	5	502	171	19	541	184	120	357	122	14
2031	140	48	5	506	172	20	545	185	121	359	122	14
2032	141	48	5	509	173	21	549	187	123	362	123	15
2033	142	49	6	512	174	22	552	188	124	364	124	16
2034	143	49	6	515	175	23	556	189	125	366	125	17
2035	143	49	6	518	176	24	559	190	126	368	125	17
2036	144	49	6	521	177	25	562	191	127	370	126	18
2037	145	50	7	524	178	26	565	192	128	372	127	19

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

ANO	POP. RURAL											
	DISPERSA											
	Sítio Muquem			Sítio Lameiro			Sítio Riacho Fundo			Sítio Tanques		
	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano
2017	299	102	0	31	11	8	48	17	0	71	25	52
2018	302	103	1	31	11	8	49	17	0	72	25	52
2019	305	104	2	32	11	8	49	17	0	73	25	52
2020	308	105	3	32	11	8	50	17	0	74	26	53
2021	311	106	4	32	11	8	50	17	0	74	26	53
2022	314	107	5	32	11	8	51	18	1	75	26	53
2023	317	108	6	33	12	9	51	18	1	76	26	53
2024	320	109	7	33	12	9	52	18	1	76	26	53
2025	323	110	8	33	12	9	52	18	1	77	27	54
2026	326	111	9	34	12	9	53	18	1	78	27	54
2027	328	112	10	34	12	9	53	18	1	78	27	54
2028	331	113	11	34	12	9	53	18	1	79	27	54
2029	334	114	12	34	12	9	54	19	2	80	28	55
2030	336	114	12	35	12	9	54	19	2	80	28	55
2031	339	115	13	35	12	9	55	19	2	81	28	55
2032	341	116	14	35	12	9	55	19	2	81	28	55
2033	343	117	15	35	12	9	55	19	2	82	28	55
2034	345	117	15	36	13	10	56	19	2	82	28	55
2035	347	118	16	36	13	10	56	19	2	83	29	56
2036	349	119	17	36	13	10	56	19	2	83	29	56
2037	351	119	17	36	13	10	57	20	3	84	29	56

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

ANO	POP. RURAL											
	DISPERSA											
	Sítio Piabas			Sítio Maleitas			Sítio Capim			Sítio Lagoa dos Bezerros		
	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano
2017	211	72	0	127	44	0	387	132	0	177	60	0
2018	214	73	1	129	44	0	391	133	1	178	61	1
2019	216	74	2	130	45	1	395	134	2	180	62	2
2020	218	74	2	131	45	1	399	136	4	182	62	2
2021	220	75	3	133	46	2	403	137	5	184	63	3
2022	222	76	4	134	46	2	407	138	6	186	64	4
2023	224	76	4	135	46	2	410	139	7	187	64	4
2024	226	77	5	136	47	3	414	141	9	189	65	5
2025	228	78	6	138	47	3	418	142	10	191	65	5
2026	230	78	6	139	48	4	421	143	11	192	66	6
2027	232	79	7	140	48	4	425	145	13	194	66	6
2028	234	80	8	141	48	4	428	146	14	195	67	7
2029	236	80	8	142	49	5	432	147	15	197	67	7
2030	238	81	9	143	49	5	435	148	16	199	68	8
2031	239	82	10	144	49	5	438	149	17	200	68	8
2032	241	82	10	145	50	6	441	150	18	201	69	9
2033	242	83	11	146	50	6	444	151	19	203	69	9
2034	244	83	11	147	50	6	446	152	20	204	70	10
2035	245	84	12	148	51	7	449	153	21	205	70	10
2036	247	84	12	149	51	7	452	154	22	206	70	10
2037	248	85	13	149	51	7	454	154	22	207	71	11

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

ANO	POP. RURAL					
	DISPERSA					
	Sítio Passagem Comprida			Sítio Pavilhão		
	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano	População (hab)	Nº de Ligações	Déficit a cada ano
2017	155	53	0	82	28	0
2018	157	54	1	83	29	1
2019	159	54	1	84	29	1
2020	160	55	2	85	29	1
2021	162	55	2	85	29	1
2022	163	56	3	86	30	2
2023	165	56	3	87	30	2
2024	166	57	4	88	30	2
2025	168	57	4	89	31	3
2026	169	58	5	89	31	3
2027	171	58	5	90	31	3
2028	172	59	6	91	31	3
2029	173	59	6	92	32	4
2030	175	60	7	92	32	4
2031	176	60	7	93	32	4
2032	177	60	7	93	32	4
2033	178	61	8	94	32	4
2034	179	61	8	95	33	5
2035	180	62	9	95	33	5
2036	181	62	9	96	33	5
2037	182	62	9	96	33	5

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.



Considera-se uma meta imediata o atendimento do déficit de ligação dos sistemas de abastecimento da comunidade Lagoa do Mel, bem como a elaboração de estudo de viabilidade de sistema para atendimento das demandas das comunidades Lameiro e Tanques, as quais não possuem atualmente sistema de abastecimento com rede de distribuição operante. Define-se, por conseguinte, como meta de curto prazo, o atendimento ao déficit de ligações dos sistemas, os quais necessitarão dos estudos supracitados. A partir da universalização do atendimento, o déficit anual deverá ser atendido conforme o surgimento da demanda, que pode ser estimada conforme apresentado nas Tabela 26 e Tabela 27.

Com vistas a garantir o uso racional da água, a redução dos desperdícios e das perdas de água, é indispensável promover a adoção de sistemas de macro e micromedição. 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 derivações da Adutora Monsenhor Expedito que abastecem localidades rurais.

Conforme identificado no Diagnóstico Técnico-Participativo, no Município de Bom Jesus observa-se que o déficit de hidrometração da área urbana era de 24,3% em 2016. 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 4.652 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 Bom Jesus.

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 Bom Jesus, 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 Bom Jesus, observa-se a necessidade de implantar a extensão de rede para os novos loteamentos que estão sendo construídos. Enquanto nas localidades rurais a maior necessidade é acompanhar o crescimento populacional e conseqüentemente a implantação de novas economias nessas localidades.

Para estimar a extensão de rede necessária para ampliação do abastecimento no Município de Bom Jesus, considerou-se 10 metros de rede/ligação na sede, 30 metros de rede/ligação para as comunidades aglomeradas e de 50 metros de rede/ligação para as comunidades dispersas.



Considera-se uma meta imediata o atendimento do déficit de ligação do sistema da comunidade Lagoa do Mel, bem como a elaboração de estudo de viabilidade de sistema para atendimento das demandas das comunidades Lameiro e Tanques, as quais não possuem atualmente sistema de abastecimento com rede de distribuição operante.

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

As localidades rurais do município de Bom Jesus 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, ressalvando-se quando da implantação de novas residências ou loteamentos futuros não previstos. Caso ocorra mudança no comportamento evolutivo da população, nas futuras revisões do plano deve ser avaliada nova prospectiva. Na Tabela 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)		46,6
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)
2017	20,41	0	
2018	20,51	0	0
2019	20,61	0	0
2020	20,7	0	0
2021	20,79	0	0
2022	20,87	0	0
2023	20,96	0	0
2024	21,04	0	0
2025	21,11	0	0
2026	21,18	0	0
2027	21,25	0	0
2028	21,31	0	0
2029	21,37	0	0
2030	21,42	0	0
2031	21,46	0	0
2032	21,5	0	0
2033	21,52	0	0
2034	21,55	0	0
2035	21,56	0	0
2036	21,57	0	0
2037	21,58	0	0

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

ANO	POPULAÇÃO RURAL											
	AGLOMERADA						DISPERSA					
	Sítio Vinte e Nove			Sítio Grossos			Sítio Lagoa do Mel			Sítio Santa Catarina		
	Extensão atual da Rede (km)		1,62	Extensão atual da Rede (km)		4,56	Extensão atual da Rede (km)		1,30	Extensão atual da Rede (km)		5,00
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)
2017	1,29	0		4,56	0		5,1	3800		5,4	400	
2018	1,29	0	0	4,59	30	30	8,3	7000	490	5,45	450	450
2019	1,29	0	0	4,65	90	90	8,35	7050	7050	5,5	500	500
2020	1,32	0	0	4,71	150	150	8,45	7150	7150	5,55	550	550
2021	1,32	0	0	4,74	180	180	8,5	7200	7200	5,6	600	600
2022	1,35	0	0	4,8	240	240	8,6	7300	7300	5,7	700	700
2023	1,35	0	0	4,83	270	270	8,7	7400	7400	5,75	750	750
2024	1,35	0	0	4,89	330	330	8,75	7450	7450	5,8	800	800
2025	1,38	0	0	4,92	360	360	8,85	7550	7550	5,85	850	850
2026	1,38	0	0	4,98	420	420	8,9	7600	7600	5,9	900	900
2027	1,41	0	0	5,01	450	450	9	7700	7700	5,95	950	950
2028	1,41	0	0	5,04	480	480	9,05	7750	7750	5,95	950	950
2029	1,41	0	0	5,07	510	510	9,15	7850	7850	6	1000	1000
2030	1,44	0	0	5,13	570	570	9,2	7900	7900	6,1	1100	1100
2031	1,44	0	0	5,16	600	600	9,25	7950	7950	6,1	1100	1100
2032	1,44	0	0	5,19	630	630	9,35	8050	8050	6,15	1150	1150
2033	1,47	0	0	5,22	660	660	9,4	8100	8100	6,2	1200	1200
2034	1,47	0	0	5,25	690	690	9,45	8150	8150	6,25	1250	1250
2035	1,47	0	0	5,28	720	720	9,5	8200	8200	6,25	1250	1250
2036	1,47	0	0	5,31	750	750	9,55	8250	8250	6,3	1300	1300
2037	1,5	0	0	5,34	780	780	9,6	8300	8300	6,35	1350	1350

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

ANO	POPULAÇÃO RURAL											
	DISPERSA											
	Sítio Muquem			Sítio Lameiro			Sítio Riacho Fundo			Sítio Tanques		
	Extensão atual da Rede (km)		2,79	Extensão atual da Rede (km)		0,0	Extensão atual da Rede (km)		1,05	Extensão atual da Rede (km)		0,0
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)
2017	5,1	2310		0,55	550		0,85	0		1,25	1250	
2018	5,15	2360	2360	0,55	550	550	0,85	0	0	1,25	1250	1250
2019	5,2	2410	2410	0,55	550	550	0,85	0	0	1,25	1250	1250
2020	5,25	2460	2460	0,55	550	550	0,85	0	0	1,3	1300	1300
2021	5,3	2510	2510	0,55	550	550	0,85	0	0	1,3	1300	1300
2022	5,35	2560	2560	0,55	550	550	0,9	0	0	1,3	1300	1300
2023	5,4	2610	2610	0,6	600	600	0,9	0	0	1,3	1300	1300
2024	5,45	2660	2660	0,6	600	600	0,9	0	0	1,3	1300	1300
2025	5,5	2710	2710	0,6	600	600	0,9	0	0	1,35	1350	1350
2026	5,55	2760	2760	0,6	600	600	0,9	0	0	1,35	1350	1350
2027	5,6	2810	2810	0,6	600	600	0,9	0	0	1,35	1350	1350
2028	5,65	2860	2860	0,6	600	600	0,9	0	0	1,35	1350	1350
2029	5,7	2910	2910	0,6	600	600	0,95	0	0	1,4	1400	1400
2030	5,7	2910	2910	0,6	600	600	0,95	0	0	1,4	1400	1400
2031	5,75	2960	2960	0,6	600	600	0,95	0	0	1,4	1400	1400
2032	5,8	3010	3010	0,6	600	600	0,95	0	0	1,4	1400	1400
2033	5,85	3060	3060	0,6	600	600	0,95	0	0	1,4	1400	1400
2034	5,85	3060	3060	0,65	650	650	0,95	0	0	1,4	1400	1400
2035	5,9	3110	3110	0,65	650	650	0,95	0	0	1,45	1450	1450
2036	5,95	3160	3160	0,65	650	650	0,95	0	0	1,45	1450	1450
2037	5,95	3160	3160	0,65	650	650	1	0	0	1,45	1450	1450

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

ANO	POPULAÇÃO RURAL											
	DISPERSA											
	Sítio Piabas			Sítio Maleitas			Sítio Capim			Sítio Lagoa dos Bezerros		
	Extensão atual da Rede (km)		3,15	Extensão atual da Rede (km)		1,60	Extensão atual da Rede (km)		5,5	Extensão atual da Rede (km)		2,2
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)
2017	3,6	450		2,20	600		6,6	1100		3	800	
2018	3,65	500	500	2,20	600	600	6,65	1150	1150	3,05	850	850
2019	3,7	550	550	2,25	650	650	6,7	1200	1200	3,1	900	900
2020	3,7	550	550	2,25	650	650	6,8	1300	1300	3,1	900	900
2021	3,75	600	600	2,30	700	700	6,85	1350	1350	3,15	950	950
2022	3,8	650	650	2,30	700	700	6,9	1400	1400	3,2	1000	1000
2023	3,8	650	650	2,30	700	700	6,95	1450	1450	3,2	1000	1000
2024	3,85	700	700	2,35	750	750	7,05	1550	1550	3,25	1050	1050
2025	3,9	750	750	2,35	750	750	7,1	1600	1600	3,25	1050	1050
2026	3,9	750	750	2,40	800	800	7,15	1650	1650	3,3	1100	1100
2027	3,95	800	800	2,40	800	800	7,25	1750	1750	3,3	1100	1100
2028	4	850	850	2,40	800	800	7,3	1800	1800	3,35	1150	1150
2029	4	850	850	2,45	850	850	7,35	1850	1850	3,35	1150	1150
2030	4,05	900	900	2,45	850	850	7,4	1900	1900	3,4	1200	1200
2031	4,1	950	950	2,45	850	850	7,45	1950	1950	3,4	1200	1200
2032	4,1	950	950	2,50	900	900	7,5	2000	2000	3,45	1250	1250
2033	4,15	1000	1000	2,50	900	900	7,55	2050	2050	3,45	1250	1250
2034	4,15	1000	1000	2,50	900	900	7,6	2100	2100	3,5	1300	1300
2035	4,2	1050	1050	2,55	950	950	7,65	2150	2150	3,5	1300	1300
2036	4,2	1050	1050	2,55	950	950	7,7	2200	2200	3,5	1300	1300
2037	4,25	1100	1100	2,55	950	950	7,7	2200	2200	3,55	1350	1350

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

ANO	POPULAÇÃO RURAL					
	DISPERSA					
	Sítio Passagem Comprida			Sítio Pavilhão		
	Extensão atual da Rede (km)		2,9	Extensão atual da Rede (km)		1,6
	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)	Extensão da Rede (km)	Déficit de Rede (m)	Aumento da Rede (m)
2017	2,65	0		1,4	0	
2018	2,7	0	0	1,45	0	0
2019	2,7	0	0	1,45	0	0
2020	2,75	0	0	1,45	0	0
2021	2,75	0	0	1,45	0	0
2022	2,8	0	0	1,5	0	0
2023	2,8	0	0	1,5	0	0
2024	2,85	0	0	1,5	0	0
2025	2,85	0	0	1,55	0	0
2026	2,9	0	0	1,55	0	0
2027	2,9	0	0	1,55	0	0
2028	2,95	50	50	1,55	0	0
2029	2,95	50	50	1,6	0	0
2030	3	100	100	1,6	0	0
2031	3	100	100	1,6	0	0
2032	3	100	100	1,6	0	0
2033	3,05	150	150	1,6	0	0
2034	3,05	150	150	1,65	50	50
2035	3,1	200	200	1,65	50	50
2036	3,1	200	200	1,65	50	50
2037	3,1	200	200	1,65	50	50

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.



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

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

Como discutido para o atendimento do déficit de ligações, considera-se uma meta imediata a ampliação da rede de abastecimento, para suprir as demandas atuais não atendidas, dos sistemas de abastecimento da comunidade Lagoa do Mel, bem como a elaboração de estudo de viabilidade para implantação de sistema para atendimento das demandas das comunidades Lameiro e Tanque, as quais não possuem atualmente sistema de abastecimento com rede de distribuição operante.

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

Além disso, é necessário de forma imediata definir a setorização do abastecimento de água, para que este seja utilizado não apenas em situações de escassez, mas também em períodos de pluviometria normais. E ainda dirimir os problemas identificados de zonas de baixa pressão na rede de abastecimento na zona urbana do município.

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 Bom Jesus foi diagnosticado um índice de perdas de 72% no ano de 2015, de acordo com SNIS (2016). Comparando-se aos dados publicados em 2010 pelo SNIS, que era de 75%, o SAA obteve redução de aproximadamente 4% no valor de perdas.

O elevado índice de perdas, com baixa redução durante estes cinco anos, é bastante nocivo à sociedade visto que, existe um custo com o tratamento da água e é crescente a dificuldade de obtenção de mananciais, principalmente superficiais, com água bruta de boa qualidade, o que torna a água um recurso cada vez mais escasso.

Assim, é de fundamental importância reduzir as perdas na rede de distribuição. Para tanto, será estabelecida meta de redução de 5% ao ano, do primeiro ao quarto ano do planejamento, a partir do quinto ano ao oitavo ano, deverá ser buscada a redução de 4,5% ao ano, a partir do nono ano até décimo segundo ano, uma redução de 2,25% até atingir um valor de 25%, que deverá ser o limite máximo admitido por todo restante do período de estudo. Para os sistemas rurais, diante da ausência de séries históricas e monitoramento dos sistemas, não é possível mensurar o percentual de perdas dos sistemas em operação. Contudo, propõe-se que seja implantado monitoramento dos sistemas existentes e daqueles que serão

implantados, tendo como objetivo garantir ações que possibilitem o alcance de índice de perdas de até 15%, considerando a extensão reduzida das redes e a maior facilidade de fiscalização de perdas, sejam reais ou aparentes.

A necessidade de reservação se 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 Bom Jesus é imprescindível estimar a vazão média, a demanda máxima diária (volume consumido no dia de maior consumo) e o volume do reservatório, a partir das equações a seguir:

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

Em que:

$Q_{méd}$ = vazão média (L/s);

P = população da área abastecida (hab);

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

86.400 = fator de conversão de dia para segundo.

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

Em que:

DMD = demanda máxima diária (m³);

$Q_{méd}$ = vazão média (L/s);

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

86.400 = fator de conversão de segundo para dia;

1.000 = fator de conversão de L para m³.

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

Em que:

$V_{reservatório}$ = volume mínimo do reservatório

DMD = demanda máxima diária (m³);

3 = 1 terço da demanda DMD



O consumo per capita de água deve, prioritariamente, ser baseado em condições locais, considerando-se o consumo das ligações medidas e não medidas e o volume de perdas no sistema, no Município de Bom Jesus o consumo per capita identificado no diagnóstico foi de 129,55 L/hab.dia. Inexistindo meios para determinar os consumos, estes podem ser estimados conforme as diretrizes do Manual de Saneamento da FUNASA de 2015 (Tabela 30 e Tabela 31).

Tabela 30 - Consumo médio per capita para populações dotadas de ligações domiciliares

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

Fonte: Brasil (2015).

Tabela 31 - Consumo médio per capita para populações desprovidas de ligações domiciliares.

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

Fonte: Brasil (2015).

Ao considerar que para a universalização do abastecimento de água, é necessário garantir o abastecimento de água em quantidade e qualidade satisfatória para toda população do município, é possível calcular o volume diário necessário para suprimento da população estimada no horizonte de planejamento. Na Tabela 32 e na Tabela 33, apresenta-se estudo da necessidade de reservação de água nas localidades urbanas e rurais.

É possível avaliar que o sistema de reservação da sede tem atualmente a capacidade para armazenar 250,00 m³ de água, este volume se apresenta insuficiente para suportar a demanda desde o início do plano. Deste modo, é necessária a construção de novos reservatórios para suprir a demanda não atendida. No que se refere às comunidades rurais, nenhuma delas possui reservatório. Considerando a população de saturação nenhuma das comunidades rurais conta com reservatórios apropriados para a demanda projetada.

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

ANO	POPULAÇÃO URBANA					
	SEDE					
	Consumo per capita (m³/hab.dia)	129,55	K1			1,2
	População (hab)	Perdas na distribuição (%)	Demanda máxima diária (m³/dia)	Reservação necessária (m³)	Reservação existente (m³)	Superávit (+) / Déficit (-)
2017	7202	72%	1119,62	373,21	250	-123,21
2018	7238	67%	1125,22	375,07	250	-125,07
2019	7272	62%	1130,51	376,84	250	-126,84
2020	7305	57%	1135,64	378,55	250	-128,55
2021	7336	52%	1140,45	380,15	250	-130,15
2022	7367	48%	1145,27	381,76	250	-131,76
2023	7396	43%	1149,78	383,26	250	-133,26
2024	7424	39%	1154,14	384,71	250	-134,71
2025	7450	34%	1158,18	386,06	250	-136,06
2026	7475	32%	1162,06	387,35	250	-137,35
2027	7498	30%	1165,64	388,55	250	-138,55
2028	7520	27%	1169,06	389,69	250	-139,69
2029	7541	25%	1172,32	390,77	250	-140,77
2030	7559	25%	1175,12	391,71	250	-141,71
2031	7574	25%	1177,45	392,48	250	-142,48
2032	7586	25%	1179,32	393,11	250	-143,11
2033	7596	25%	1180,87	393,62	250	-143,62
2034	7604	25%	1182,12	394,04	250	-144,04
2035	7610	25%	1183,05	394,35	250	-144,35
2036	7614	25%	1183,67	394,56	250	-144,56
2037	7616	25%	1183,98	394,66	250	-144,66

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

Tabela 33 - Demanda de reservação de água em função da população de saturação da Zona Rural.

		POPULAÇÃO RURAL					
		Consumo per capita (l/hab.dia)	90	K1			1,2
Localidade	População de saturação (hab)	Perdas na distribuição (%)	Demanda máxima diária (m³/dia)	Reservação necessária (m³)	Reservação existente (m³)	Superávit (+) / Déficit (-)	
							AGLOMERADAS
	Sítio Grossos	524	15%	56,592	18,864	0	-18,864
DISPERSAS	Sítio Lagoa do Mel	565	15%	61,02	20,34	0	-20,34
	Sítio Santa Catarina	372	15%	40,176	13,392	0	-13,392
	Sítio Muquem	351	15%	37,908	12,636	0	-12,636
	Sítio Lameiro	36	15%	3,888	1,296	0	-1,296
	Sítio Riacho Fundo	57	15%	6,156	2,052	0	-2,052
	Sítio Tanques	84	15%	9,072	3,024	0	-3,024
	Sítio Piabas	248	15%	26,784	8,928	0	-8,928
	Sítio Maleitas	149	15%	16,092	5,364	0	-5,364
	Sítio Capim	454	15%	49,032	16,344	0	-16,344
	Sítio Lagoa dos Bezerros	207	15%	22,356	7,452	0	-7,452
	Sítio Passagem Comprida	182	15%	19,656	6,552	0	-6,552
	Sítio Pavilhão	96	15%	10,368	3,456	0	-3,456

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

É importante destacar que o reservatório elevado do centro da cidade precisa de reparos na sua estrutura física e que os reservatórios nas comunidades precisam ser construídos para o atendimento da população, ficando a cargo do prestador do serviço a indicação do local mais apropriado para implantação a fim de garantir melhor distribuição da rede com menor custo. 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 a ausência de uma rotina de limpeza periódica do reservatório, tendo em vista remover a camada de lodo que se forma sobre toda superfície interna durante o período de operação, sendo imprescindível a implantação desta rotina para todos os reservatórios.

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

4.3.4 Estação elevatória de água tratada

Foi diagnosticado que o sistema de bombeamento é composto por quatro estações elevatórias (EB1, EB2, EB3 e EB7) que aduzem água da Lagoa do Bomfim e dos poços próximos à lagoa até o reservatório elevado na cidade de Bom Jesus. A EB1 possui capacidade instalada de recalcar uma vazão de 6,6 m³/h, altura manométrica de 70 m.c.a. e potência de 4 cv. A EB2 possui capacidade instalada de recalcar uma vazão de 2,5 m³/h, com altura manométrica de 43 m.c.a, essa capacidade é insuficiente para atender as demandas das economias ligadas ao sistema que demandam abastecimento a partir desse bombeamento, a demanda de projeto seria de 4,5 m³/h, com altura manométrica de 61 m.c.a. A EB3 tem vazão de 10 m³/h, altura manométrica de 70 m.c.a. e potência de 5 cv.

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

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

Em que:

Q = vazão (L/s);

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

P = população da área abastecida (hab);

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

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



86.400 = fator de conversão de dia para segundo.

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

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

Tabela 34 - Demanda de água em função do crescimento natural da população urbana e universalização do serviço de abastecimento de água.

ANO	POPULAÇÃO URBANA					
	SEDE					
	Consumo per capita (L/hab.dia)	129,55	K1	1,2	Qesp (L/s)	0,0
	População (hab)	Perdas na distribuição (%)	Q (L/s)	Capacidade Instalada (L/s)	Superávit (+) / Déficit (-)	
2017	7202	72%	12,96	45,83	32,87	
2018	7238	67%	13,02	45,83	32,81	
2019	7272	62%	13,08	45,83	32,75	
2020	7305	57%	13,14	45,83	32,69	
2021	7336	52%	13,20	45,83	32,63	
2022	7367	48%	13,26	45,83	32,57	
2023	7396	43%	13,31	45,83	32,52	
2024	7424	39%	13,36	45,83	32,47	
2025	7450	34%	13,40	45,83	32,43	
2026	7475	32%	13,45	45,83	32,38	
2027	7498	30%	13,49	45,83	32,34	
2028	7520	27%	13,53	45,83	32,30	
2029	7541	25%	13,57	45,83	32,26	
2030	7559	25%	13,60	45,83	32,23	
2031	7574	25%	13,63	45,83	32,20	
2032	7586	25%	13,65	45,83	32,18	
2033	7596	25%	13,67	45,83	32,16	
2034	7604	25%	13,68	45,83	32,15	
2035	7610	25%	13,69	45,83	32,14	
2036	7614	25%	13,70	45,83	32,13	
2037	7616	25%	13,70	45,83	32,13	

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

Tabela 35 - Demanda de água em considerando a universalização do serviço de abastecimento de água em função da população de saturação da Zona Rural.

POPULAÇÃO RURAL						
Localidade	Consumo per capita (L/hab.dia)	90	K1	1,2	Qesp (L/s)	0
	População (hab)	Perdas na distribuição (%)	Q (L/s)	Capacidade e Instalada (L/s)	Superávit (+) / Déficit (-)	
AGLOMERADAS	Sítio Vinte e Nove	145	15%	0,18125	0	-0,18125
	Sítio Grossos	524	15%	0,655	0	-0,655
DISPERSAS	Sítio Lagoa do Mel	565	15%	0,70625	0	-0,70625
	Sítio Santa Catarina	372	15%	0,465	0	-0,465
	Sítio Muquem	351	15%	0,43875	0	-0,43875
	Sítio Lameiro	36	15%	0,045	0	-0,045
	Sítio Riacho Fundo	57	15%	0,07125	0	-0,07125
	Sítio Tanques	84	15%	0,105	0	-0,105
	Sítio Piabas	248	15%	0,31	0	-0,31
	Sítio Maleitas	149	15%	0,18625	0	-0,18625
	Sítio Capim	454	15%	0,5675	0	-0,5675
	Sítio Lagoa dos Bezerros	207	15%	0,25875	0	-0,25875
	Sítio Passagem Comprida	182	15%	0,2275	0	-0,2275
	Sítio Pavilhão	96	15%	0,12	0	-0,12

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

Para as localidades onde existe 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. No que se refere às localidades desprovidas deste tipo de sistema, é necessário ser realizado em prazo imediato estudo de viabilidade técnica e econômica para avaliar a melhor solução, compatível com a realidade local, para atendimento satisfatório da população atualmente desassistida.

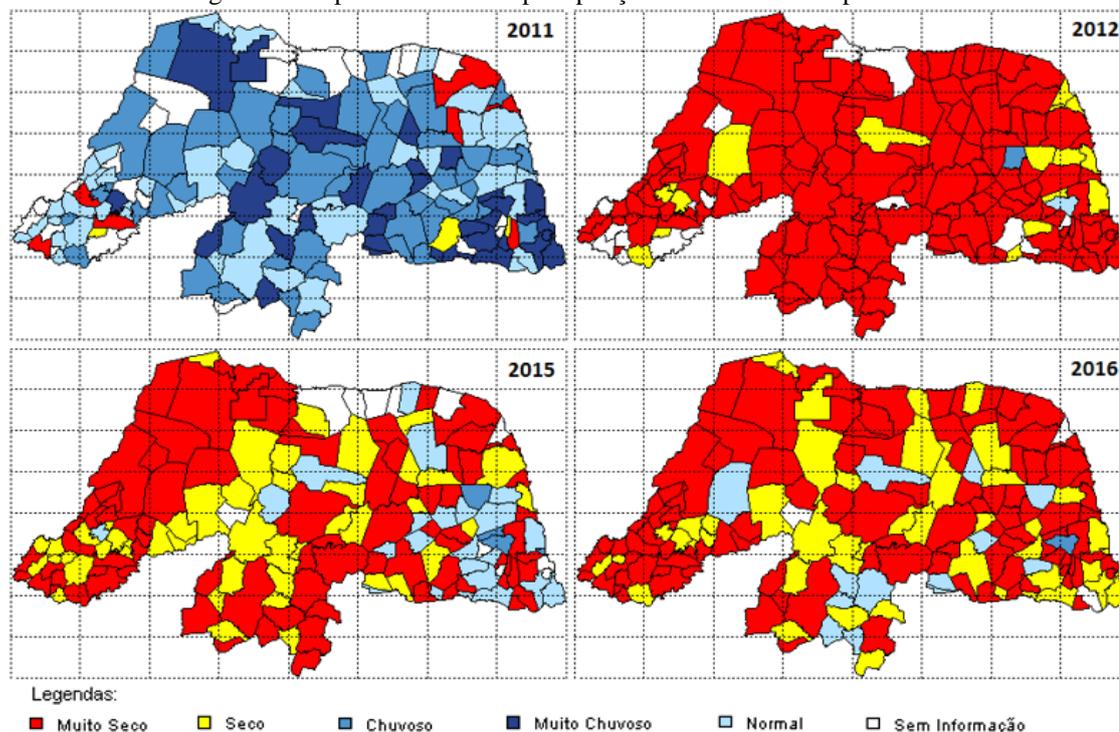
4.3.6 Descrição dos mananciais passíveis de utilização para o abastecimento de água na área de planejamento

A avaliação quanto à capacidade de um manancial atender ao abastecimento de água do município de Bom Jesus deve levar em consideração todos os fatores intervenientes no planejamento estratégico. Primeiramente, faz-se 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 8 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 8 - Mapas de análise da precipitação anual dos municípios do RN.



Fonte: Adaptado de EMPARN (2017).

A Tabela 36 apresenta os valores de precipitação média anual dos anos de 1963 a 2010 e o valor total anual dos últimos anos do município de Bom Jesus. Com isso é notório que a

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

Tabela 36 - Dados de precipitação do município de Bom Jesus.

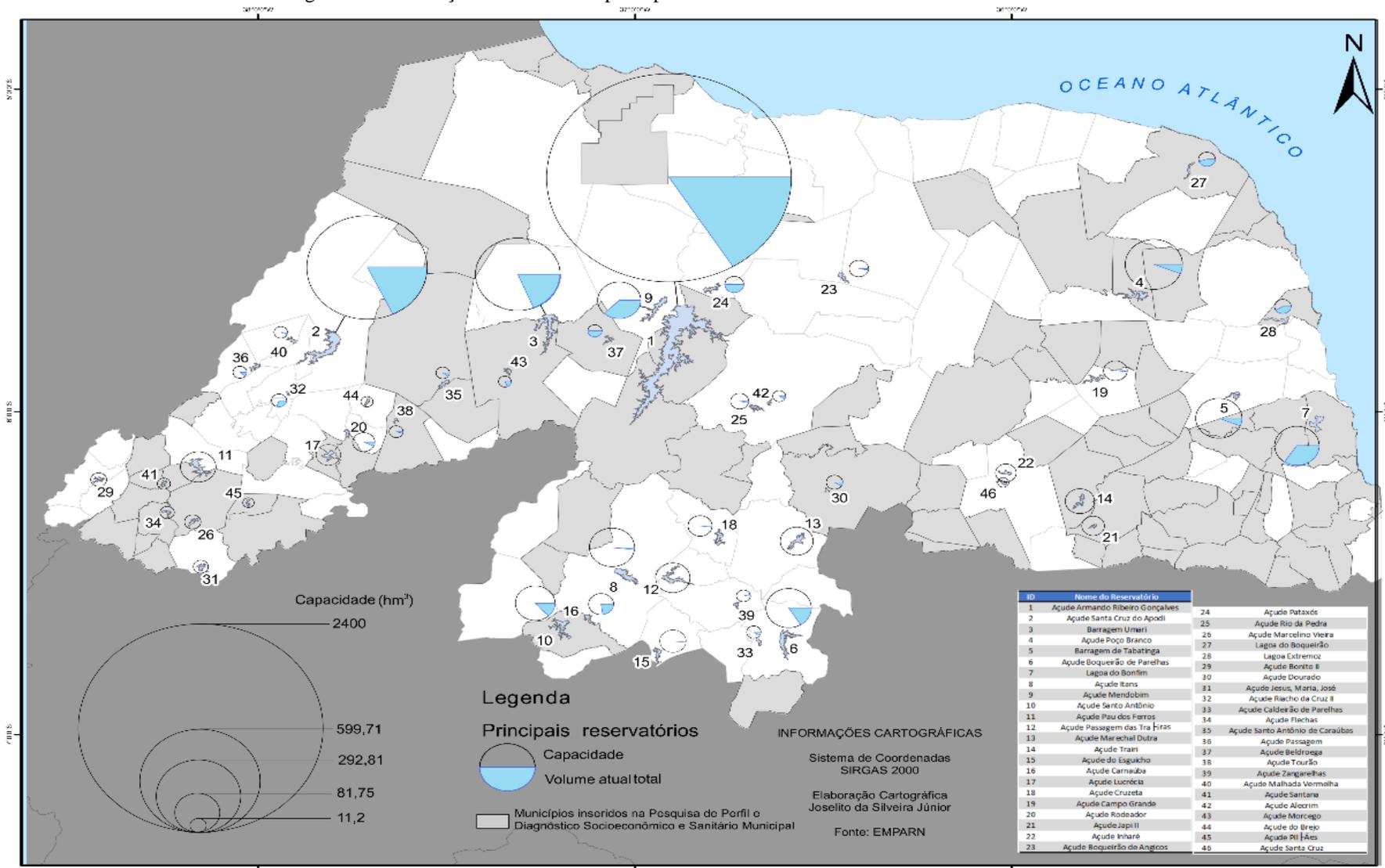
Precipitação média anual (1963 – 2010)	Precipitação anual (mm)					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
827,48	1036,3	295,8	661,9	536,9	544,1	477,1

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



Figura 9 - 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 37 apresenta os valores e as classificações dos principais mananciais utilizados no abastecimento de água do Estado do Rio Grande do Norte segundo os dados divulgados do monitoramento do ano de 2012 pelo programa água azul do Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte (IGARN).

Tabela 37 - Valores dos índices de qualidade da água e do estado trófico dos principais mananciais do RN.

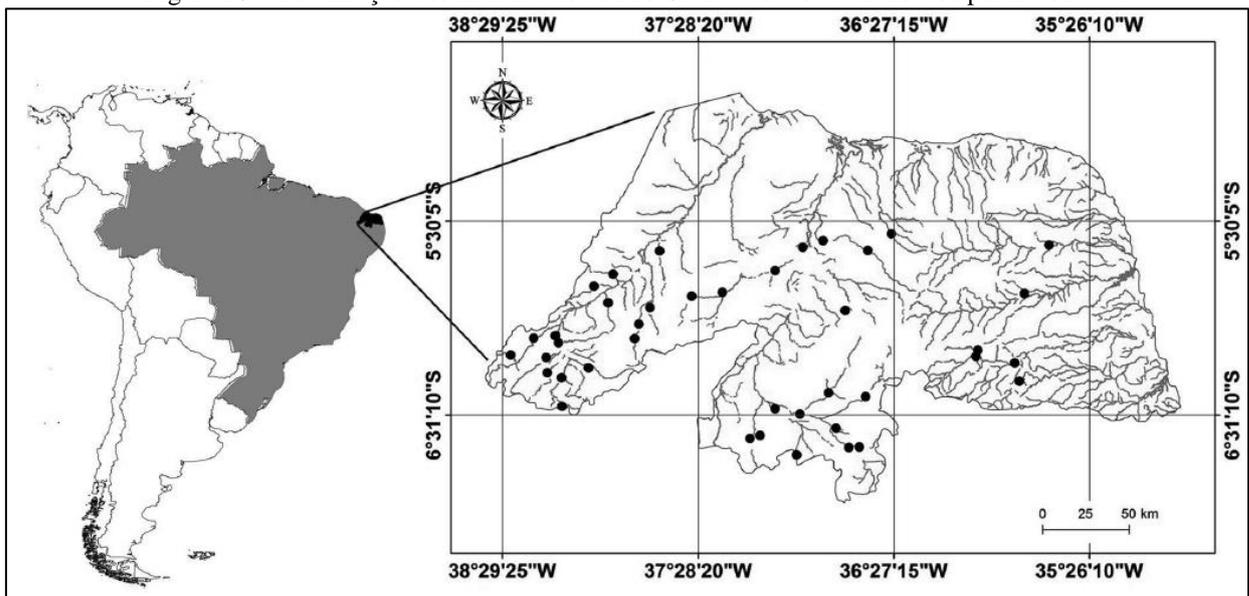
Manancial	Indicadores de qualidade					
	IQA		IET			
Barragem Armando Ribeiro Gonçalves (Itajá)	82,39	Bom	58,05	Mesotrófico		
Barragem Armando Ribeiro Gonçalves (S. Rafael)	87,05	Bom	60,15	Eutrófico		
Lagoa do Bonfim	79,84	Bom	53,41	Mesotrófico		
Barragem Pau dos Ferros	66,50	Médio	73,70	Hipereutrófico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

Fonte: IGARN, 2012.

Conforme verificado na Tabela 37, quanto ao IQA, os mananciais estão nas faixas classificadas como bom ou médio, quanto ao IET, aproximadamente 65% dos mananciais se encontram eutrofizados (eutrófico, hipereutrófico ou supereutrófico), isso demonstra que existe um nível elevado de matéria orgânica e nutrientes, tornando evidente a necessidade de utilização de medidas que possibilitem a redução no nível de poluição dos mananciais. Outro fator relevante é que o monitoramento foi feito no ano de 2012, ano inicial do período de estiagem conforme apresentado anteriormente, após 5 anos de estiagem, é provável que a porcentagem de mananciais eutrofizados seja bem superior a 65%.

Brasil et al. (2016) avaliou o estado trófico de 40 mananciais utilizados no abastecimento de água no Rio Grande do Norte e concluiu que com relação ao teor de fósforo, todos os mananciais estão eutrofizados, quanto ao teor de nitrogênio, a porcentagem é 95% e, quanto ao teor de clorofila, 98% estão eutrofizados. A Figura 10 apresenta a localização dos mananciais analisados.

Figura 10 – Localização dos mananciais do Rio Grande do Norte analisados por Brasil et al.



Fonte: Brasil et al. (2016).

A Tabela 38 apresenta os valores dos parâmetros cloretos, nitrato, nitrito, sólidos dissolvidos totais, sulfatos, pH e turbidez analisados e disponibilizados pela CAERN (2017) dos principais mananciais utilizados para abastecimento de água do Rio Grande do Norte, esses dados são referentes à última coleta realizada. Os valores foram comparados com os limites estabelecidos para que a água possa ser considerada própria para o abastecimento humano após tratamento, segundo a resolução CONAMA 357/2005. De acordo com os parâmetros analisados e com o universo amostral apresentado na Tabela 38, os mananciais açude flecha, açude Marcelino Vieira, açude Lucrecia, barragem Armando Ribeiro Gonçalves



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB
Prospectiva e Planejamento Estratégico



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

Tabela 38 – Valores de análise da qualidade da água bruta dos principais mananciais utilizados para abastecimento de água no RN.

Manancial	Ponto de coleta	Cidade de coleta	Data da coleta	Cloretos (mg/L Cl ⁻)	Nitrato (mg/L N)	Nitrito (mg/L N)	Sól. Totais Dissolvidos (mg/L)	Sulfatos (mg/L SO ₄ ⁻⁻)	Ph	Turbidez (uT)
				250 ⁽¹⁾	10	1	500	250	6 A 9	100
Lagoa do Bonfim	Captação da Lagoa	Nísia Floresta/RN	22/03/2017	37,32	0,11	<0,01 (*)	80,50	4,97	6,31	3,41
Açude Vertente	Captação do Açude	Jundiá/RN	23/03/2017	22,75	1,17	<0,01 (*)	38,8	<1,0 (*)	7,75	5,12
Açude Público	Captação do Açude	Cuité Dist. Pedro Velho/RN	22/03/2017	48,84	1,51	<0,01 (*)	88,5	<1,0 (*)	6,68	10,5
Rio Piquiri	Captação do Rio	Pedro Velho/RN	22/03/2017	13,09	0,73	<0,01 (*)	28,4	<1,0 (*)	6,57	6,65
Riacho de Pedras	Captação do Riacho	Espírito Santo/RN	30/09/2015	25,12	0,53	<0,01 (*)	48,1	3,39	7,52	1,8
Riacho do Una	Captação do Riacho	Espírito Santo/RN	30/09/2015	20,58	0,74	< 0,01 (*)	39,3	4,56	6,6	0,1
Rio Timbó	Captação do Rio	Espírito Santo/RN	30/09/2015	25,72	0,9	<0,01 (*)	50,7	4,18	7,05	0,1
Rio do Salto	Captação do Rio	Espírito Santo/RN	30/09/2015	26,69	0,59	<0,01 (*)	53,7	5,23	7,11	0,1
Açude Encanto	Captação do Açude	Encanto/RN	21/11/2016	29,85	1,05	<0,01 (*)	121,8	< 1 (*)	8,1	13,5
Barragem Santa Cruz	Captação no Açude	Apodi/RN	07/11/2016	70,97	0,46	<0,01 (*)	182,2	<1 (*)	5,9	0,1
Açude Flecha	Captação do Açude	José da Penha/RN	16/05/2016	305,68 ⁽²⁾	4,24	<0,01 (*)	642,4 ⁽²⁾	<1 (*)	8,1	46,6
Açude Marcelino Vieira	Captação do Açude	Marcelino Vieira/RN	10/11/2015	398,96 ⁽²⁾	6,38	<0,01 (*)	833,5 ⁽²⁾	66,96	8,6	218 ⁽²⁾
Açude Lauro Maia	Entrada da ETA	Almino Afonso/RN	23/11/2015	74,94	2,22	<0,01 (*)	251,1	9,65	8,2	48,9
Açude Porção	Captação do Açude	Serrinha do Canto Dist. Serrinha dos Pintos/RN	16/05/2016	138,94	0,82	<0,01 (*)	226,3	<1,0 (*)	8,7	1,83
Açude Camarões	Captação do Açude	Serrinha dos Pintos/RN	23/06/2015	43,51	0,72	0,01	144,8	2,63	8,2	13,7
Açude Lucrécia	Captação do Açude	Lucrécia/RN	22/06/2015	269,3 ⁽²⁾	3,81	<0,01 (*)	617,5	13,86	9	165 ⁽²⁾
Lagoa do Bonfim/AD. Monsenhor Expedito	Rede de distribuição - Escritório da CAERN	São Pedro/RN	10/01/2017	30,77	1,25	<0,01 (*)	64,3	4,69	6,05	0,96
Lagoa do Bonfim/AD. Monsenhor Expedito	Saída do Reservatório - Escritório da CAERN	São Tomé/RN	10/01/2017	38,19	1,27	<0,01 (*)	73,5	4,69	6,08	1,81
Barragem Armando Ribeiro Gonçalves	Captação - Canal do Pataxó	Itajá/RN	18/01/2017	69,78	1,03	0,01	211,3	2,55	7,22	13
Barragem Armando	Entrada da EB1 -	Jucurutu/RN	25/04/2017	24,6	1,37	<0,01 (*)	88,5	<1,0 (*)	7,33	9,27

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

Fonte: CAERN, 2017.

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

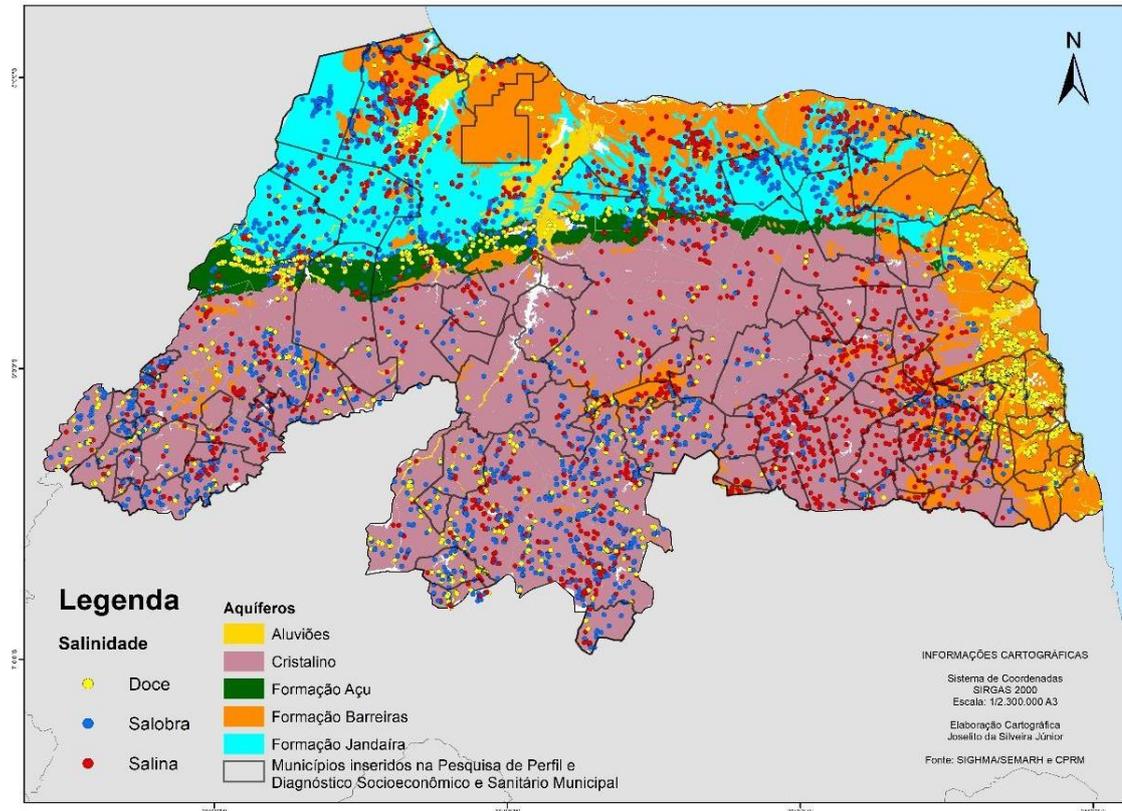


4.3.7 Definição das alternativas de manancial para atender a área de planejamento

Conforme a Lei 9.433/1997 a gestão sistemática dos recursos hídricos precisa ser realizada sem que haja a dissociação dos aspectos quantitativos e qualitativos. O manancial utilizado pelo sistema de abastecimento de água do município de Bom Jesus é a Lagoa do Bomfim através do sistema adutor Monsenhor Expedito e dois conjuntos de poços, um instalado próximo à lagoa e outro localizado próximo ao riacho de Boa Cica. 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 Bom Jesus, destaca-se a possibilidade de abastecimento pelos sistemas adutores de Espírito Santo e Pedro Velho, que se situa a uma distância aproximada de 60 quilômetros da sede do município. Os mananciais ainda não foram estudados em nível de garantir o fornecimento de água para interligação à Adutora Monsenhor Expedito, mas os técnicos da CAERN afirmam ser a solução mais viável no momento, diante de um possível agravamento da crise hídrica. Sugere-se incluir como possibilidade de abastecimento a exploração dos mananciais subterrâneos. O aquífero onde o município se encontra é uma região de formação cristalina, conforme apresentado na Figura 11. De acordo com a população prospectada no horizonte de planejamento de 20 anos, tem-se que para o atendimento da população de 10.990 pessoas, se faz necessário a captação de 18,04 l/s. O manancial em questão possui vazão mínima suficiente para o atendimento desta demanda em situações de normalidade dos índices de precipitação.

Figura 11 - 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 às diversas demandas e a qualidade adequada para cada uso, além disso, a comunidade deve ser incluída em todas as discussões para que se possa adotar a solução mais viável do ponto de vista técnico, econômico e social.

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

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

De acordo com os estudos realizados nos tópicos anteriores, recomendam-se as intervenções listadas na Tabela 39, Tabela 40 e na Tabela 41.

Tabela 39 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Urbana.

Zona Urbana			
Componente do Sistema de abastecimento de água	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Ligações de água	2021 – 2.079 ligações 2025 – 2.111 ligações 2029 – 2.137 ligações 2037 – 2.158 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 – 20,79 km de rede 2025 – 21,11 km de rede 2029 – 21,37 km de rede 2037 – 21,58 km de rede	1. Ampliar a rede de distribuição; 2. Elaborar/atualizar o cadastro técnico da rede; 3. Adequar a rede já existente; 4. Implantar a extensão da rede para bairros não atendidos devido à baixa pressão; 5. Definir a setorização do abastecimento.	1. Imediato (até 2021) 2. Curto prazo (até 2025) 3. Curto prazo (até 2025) 4. Curto prazo (até 2025) 5. Imediato (até 2021)
Reservação	2021 – 380 m ³ de reservação 2025 – 386,06 m ³ de reservação 2029 – 390,77 m ³ de reservação 2037 – 394,66 m ³ de reservação	1. Adotar macromedidores nos reservatórios; 2. Avaliar a estrutura física do reservatório; 3. Adotar uma rotina de limpeza nos reservatórios; 4. Implantação de reservatórios para atender a população total da sede.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Imediato (até 2021) 4. Médio prazo (até 2029)
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 – 13,20 l/s de produção 2025 – 13,40 l/s de produção 2029 – 13,57 l/s de produção 2037 – 13,70 l/s de produção	1. Alcançar a demanda projetada no horizonte de planejamento; 2. Elaborar estudo de viabilidade técnica e econômica para atendimento da população desassistida.	1. Longo prazo (até 2037) 2. Médio prazo (até 2029)
Definição de alternativas de mananciais	-	1. Avaliar as possibilidades de mananciais alternativos próximos ao município	1. Imediato (até 2021)

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

Comunidades Rurais: Vinte e Nove, Lagoa do Mel, Santa Catarina, Muquem, Riacho Fundo, Piabas, Maleitas, Capim, Lagoa dos Bezerros, Grossos, Passagem Comprida e Pavilhão			
Componente do Sistema de abastecimento de água	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Ligações de água	2021 – 1.012 ligações 2025 – 1.052 ligações 2029 – 1.086 ligações 2037 – 1.142 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 – 46,56 km de rede 2025 – 48,40 km de rede 2029 – 49,98 km de rede 2037 – 52,54 km de rede	1. Ampliar a rede de distribuição; 2. Elaborar/atualizar o cadastro técnico da rede; 3. Adequar a rede já existente; 4. Implantar a extensão da rede para comunidades não completamente atendidas 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	2037 – 120,9 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. Curto prazo (até 2025) 2. Curto prazo (até 2025) 3. Curto prazo (até 2025)
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	2037 – 4,19 l/s de demanda hídrica	1. Alcançar a demanda projetada no horizonte de planejamento; 2. Elaborar estudo de viabilidade técnica e econômica para atendimento da população desassistida.	1. Longo prazo (até 2037) 2. Médio prazo (até 2029)
Definição de alternativas de mananciais	-	1. Avaliar as possibilidades de mananciais alternativos próximos ao município	1. Imediato (até 2021)

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

Tabela 41 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Rural das Comunidades com sistema de abastecimento por carro-pipa.

Comunidades Rurais: Lameiro e Tanques			
Componente do Sistema de abastecimento de água	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Ligações de água	2021 – 37 ligações 2025 – 39 ligações 2029 – 40 ligações 2037 – 42 ligações	1. Estudo de viabilidade técnica e econômica de sistema de abastecimento de água para atendimento das demandas.	1. Imediato (até 2021)
Rede de distribuição	2021 – 1,85 km de rede 2025 – 1,95 km de rede 2029 – 2,00 km de rede 2037 – 2,10 km de rede	1. Estudo de viabilidade técnica e econômica de sistema de abastecimento de água para atendimento das demandas.	1. Imediato (até 2021)
Reservação	2037 – 4,32 m ³ de reservação	1. Estudo de viabilidade técnica e econômica de sistema de abastecimento de água para atendimento das demandas.	1. Imediato (até 2021)
Estação elevatória de água tratada	-	1. Estudo de viabilidade técnica e econômica de sistema de abastecimento de água para atendimento das demandas.	1. Imediato (até 2021)
Produção de água tratada	2037 – 0,15 l/s de demanda hídrica	1. Elaborar estudo de viabilidade técnica e econômica para atendimento da população desassistida.	1. Imediato (até 2021)
Definição de alternativas de mananciais	-	1. Avaliar as possibilidades de mananciais alternativos próximos ao município	1. Imediato (até 2021)

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

4.3.9 Previsão de eventos de emergência e contingência

Quando se avalia os sistemas de abastecimento de água do Município de Bom Jesus 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 42 apresentam-se os principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de abastecimento de água.

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

Evento	Origem Possível
Interrupção do fornecimento de água	<ol style="list-style-type: none">1. Colapso do sistema devido à estiagem prolongada;2. Colapso do sistema devido a consumo excedente à demanda média diária em função de eventos temporários;3. Precipitações intensas4. Enchentes5. Incêndio6. Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de produção de água;7. Qualidade inadequada da água dos mananciais;8. Rompimento de redes e linhas de adutoras de água tratada;9. Equipamento eletromecânico/estrutura danificada;10. Greve11. Sabotagem12. Acidente ambiental13. Depredação
Acidente na operação e manutenção do sistema	<ol style="list-style-type: none">1. Vazamento de produtos químicos nas instalações do sistema2. Acidente de trabalho na operação e manutenção do sistema

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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 12.

Figura 12 – Componentes constituintes de um Sistema de Esgotamento Sanitário (SES).



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2017.

O SES no município de Bom Jesus 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 Municipal de Bom Jesus, no entanto existe o interesse de concessão dos serviços para a CAERN, a qual ainda não foi consolidada até o presente momento.

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 129,55 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 = 129,55 l/hab.dia;

C: coeficiente de retorno = 0,80;

Q_{inf} : vazão de infiltração.

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

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

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

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

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

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

- Vazão máxima de esgotos

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

- Vazão mínima de esgotos

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

Em que:

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

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

P: população a ser atendida com abastecimento de água;

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

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

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

q_m : consumo *per capita* de água = 129,55 l/hab.dia;

C: coeficiente de retorno = 0,80;

Q_{inf} : vazão de infiltração.

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

Segundo a NBR 9.649/1986, as taxas de contribuição de infiltração normalmente situam-se na faixa de 0,05 a 1,0 l/s.km de rede coletora, valores que dependem de condições locais tais como o nível da água do lençol freático, natureza do subsolo, qualidade da execução da rede, material da tubulação e tipo de junta utilizado. Para este Plano fica adotado um coeficiente de infiltração de 0,5 l/s.km.

O município de Bom Jesus não possui rede coletora de esgotos. Assim, a extensão da rede necessária foi estimada a partir da rede de distribuição de água, sendo



adotado um valor de 10 m/ligação. Assim, foi construída a projeção da extensão da rede coletora de esgoto para o horizonte temporal do projeto.

O número de ligações também se encontra em déficit devido à inexistência da rede coletora em 100% da sede municipal. Na estimativa do número de ligações de esgoto considerou-se que a demanda é igual a de ligações de água. Na Tabela 43 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 Bom Jesus, considerou-se 10 metros de rede/ligação na sede, conforme estimativa utilizada para projeção da demanda por rede do SAA. Faz-se necessário ainda o planejamento de ampliação da cobertura do esgotamento e tratamento sanitário na sede do município em 10% ao ano, do primeiro ao quarto ano, 5% ao ano, a partir do quinto ano até alcançar 100% de cobertura.

Tabela 43 – Projeção da extensão de rede coletora de esgoto e número de ligações estimadas para o horizonte de planejamento na sede do município.

ANO	POP. URBANA							
	SEDE							
	Déficit atual de ligações (un)	746	Extensão Atual da Rede Coletora (km)	0	Estimativa de extensão de rede por nº de ligação (m)	10	Cobertura atual (%)	00
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 (%)	Déficit de ligação considerando cobertura (un)	Déficit da rede coletora considerando cobertura (km)	
2017	2041	746	20,41	-20,41	10%	0%	-2041	-18,37
2018	2051	756	20,51	-20,51	10%	10%	-1846	-18,46
2019	2061	766	20,61	-20,61	10%	20%	-1649	-18,55
2020	2070	775	20,70	-20,70	10%	30%	-1449	-18,63
2021	2079	784	20,79	-20,79	5%	35%	-1351	-19,75
2022	2087	792	20,87	-20,87	5%	40%	-1252	-19,83
2023	2096	801	20,96	-20,96	5%	45%	1153	-19,91
2024	2104	809	21,04	-21,04	5%	50%	1052	-19,99
2025	2111	816	21,11	-21,11	5%	55%	950	-20,05
2026	2118	823	21,18	-21,18	5%	60%	847	-20,12
2027	2125	830	21,25	-21,25	5%	65%	744	-20,19
2028	2131	836	21,31	-21,31	5%	70%	639	-20,24
2029	2137	842	21,37	-21,37	5%	75%	534	-20,30
2030	2142	847	21,42	-21,42	5%	80%	428	-20,35
2031	2146	851	21,46	-21,46	5%	85%	322	-20,39
2032	2150	855	21,50	-21,50	5%	90%	215	-20,43
2033	2152	857	21,52	-21,52	5%	95%	108	-20,44
2034	2155	860	21,55	-21,55	5%	100%	0	-20,47
2035	2156	861	21,56	-21,56	0%	100%	0	-21,56
2036	2157	862	21,57	-21,57	0%	100%	0	-21,57
2037	2158	863	21,58	-21,58	0%	100%	0	-21,58

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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, devendo-se considerar na execução da infraestrutura do SES, a construção de um cadastro de rede bem estruturado e constantemente atualizado.

Outra informação importante para o planejamento das infraestruturas do SES é a vazão de esgoto produzida, o qual necessitará de coleta, tratamento e disposição final adequado. Considerando o consumo médio *per capita* do município de Bom Jesus, e o crescimento da população e do consumo de água para o horizonte de planejamento, obteve-se a estimativa da geração de esgoto para o município (Tabela 44).

Como já apresentado no Diagnóstico, o município de Bom Jesus não dispõe dos serviços públicos de coleta e tratamento de esgoto. Para as áreas nas quais não existe coleta das águas residuárias, os efluentes recebem tratamento individual através de sistemas como fossa séptica e sumidouro ou somente fossa negra, e em grande parte dos casos as águas cinzas são lançadas a céu aberto, aumentando os riscos à saúde pública. Estima-se que até o ano de 2034 já esteja implantado o sistema público coletando a vazão máxima diária de 27,19 l/s, atingindo o índice de cobertura de 100% e propiciando a universalização do serviço na sede municipal.

Tabela 44 – Estimativa das vazões de esgoto em função do crescimento natural da população urbana.

ANO	POPULAÇÃO URBANA						
	SEDE						
	Consumo per capita de água (m³/hab.dia)	129,55	Coefficiente de infiltração (l/s.km)	0,5	Coefficiente de retorno	0,8	
	K1	1,2	K2	1,5	K3	0,5	
População (hab)	Cobertura de coleta e tratamento (%)	População atendida com coleta e tratamento	Vazão de infiltração (l/s)	Vazão máxima (l/s)	Vazão mínima (l/s)	Vazão média (l/s)	
2017	7202	0%	0	10,21	25,76	4,32	18,84
2018	7238	10%	724	10,26	25,88	4,34	18,94
2019	7272	20%	1454	10,31	26,01	4,36	19,03
2020	7305	30%	2192	10,35	26,12	4,38	19,11
2021	7336	35%	2568	10,40	26,23	4,40	19,19
2022	7367	40%	2947	10,44	26,34	4,42	19,27
2023	7396	45%	3328	10,48	26,45	4,44	19,35
2024	7424	50%	3712	10,52	26,55	4,45	19,43
2025	7450	55%	4098	10,56	26,64	4,47	19,49
2026	7475	60%	4485	10,59	26,73	4,48	19,56
2027	7498	65%	4874	10,63	26,81	4,50	19,62
2028	7520	70%	5264	10,66	26,89	4,51	19,68
2029	7541	75%	5656	10,69	26,97	4,52	19,73
2030	7559	80%	6047	10,71	27,03	4,53	19,78
2031	7574	85%	6438	10,73	27,08	4,54	19,82
2032	7586	90%	6827	10,75	27,13	4,55	19,85
2033	7596	95%	7216	10,76	27,16	4,56	19,87
2034	7604	100%	7604	10,78	27,19	4,56	19,90
2035	7610	100%	7610	10,78	27,21	4,56	19,91
2036	7614	100%	7614	10,79	27,22	4,57	19,92
2037	7616	100%	7616	10,79	27,23	4,57	19,93

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

4.4.1.1 Projeção das demandas de esgoto da área rural

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

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

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

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

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

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

ANO	POP. RURAL															
	AGLOMERADA								DISPERSA							
	Sítio Vinte e Nove				Sítio Grossos				Sítio Lagoa do Mel				Sítio Santa Catarina			
	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)	
2017	124	0,1860	0,0517	0,1033	447	0,6705	0,1863	0,3725	482	0,7230	0,2008	0,4017	317	0,4755	0,1321	0,2642
2018	125	0,1875	0,0521	0,1042	451	0,6765	0,1879	0,3758	487	0,7305	0,2029	0,4058	321	0,4815	0,1338	0,2675
2019	126	0,1890	0,0525	0,1050	456	0,6840	0,1900	0,3800	492	0,7380	0,2050	0,4100	324	0,4860	0,1350	0,2700
2020	127	0,1905	0,0529	0,1058	461	0,6915	0,1921	0,3842	496	0,7440	0,2067	0,4133	327	0,4905	0,1363	0,2725
2021	129	0,1935	0,0538	0,1075	465	0,6975	0,1938	0,3875	501	0,7515	0,2088	0,4175	330	0,4950	0,1375	0,2750
2022	130	0,1950	0,0542	0,1083	470	0,7050	0,1958	0,3917	506	0,7590	0,2108	0,4217	334	0,5010	0,1392	0,2783
2023	131	0,1965	0,0546	0,1092	474	0,7110	0,1975	0,3950	511	0,7665	0,2129	0,4258	337	0,5055	0,1404	0,2808
2024	132	0,1980	0,0550	0,1100	478	0,7170	0,1992	0,3983	515	0,7725	0,2146	0,4292	340	0,5100	0,1417	0,2833
2025	133	0,1995	0,0554	0,1108	482	0,7230	0,2008	0,4017	520	0,7800	0,2167	0,4333	343	0,5145	0,1429	0,2858
2026	135	0,2025	0,0563	0,1125	487	0,7305	0,2029	0,4058	524	0,7860	0,2183	0,4367	346	0,5190	0,1442	0,2883
2027	136	0,2040	0,0567	0,1133	491	0,7365	0,2046	0,4092	529	0,7935	0,2204	0,4408	349	0,5235	0,1454	0,2908
2028	137	0,2055	0,0571	0,1142	495	0,7425	0,2063	0,4125	533	0,7995	0,2221	0,4442	351	0,5265	0,1463	0,2925
2029	138	0,2070	0,0575	0,1150	498	0,7470	0,2075	0,4150	537	0,8055	0,2238	0,4475	354	0,5310	0,1475	0,2950
2030	139	0,2085	0,0579	0,1158	502	0,7530	0,2092	0,4183	541	0,8115	0,2254	0,4508	357	0,5355	0,1488	0,2975
2031	140	0,2100	0,0583	0,1167	506	0,7590	0,2108	0,4217	545	0,8175	0,2271	0,4542	359	0,5385	0,1496	0,2992
2032	141	0,2115	0,0588	0,1175	509	0,7635	0,2121	0,4242	549	0,8235	0,2288	0,4575	362	0,5430	0,1508	0,3017
2033	142	0,2130	0,0592	0,1183	512	0,7680	0,2133	0,4267	552	0,8280	0,2300	0,4600	364	0,5460	0,1517	0,3033
2034	143	0,2145	0,0596	0,1192	515	0,7725	0,2146	0,4292	556	0,8340	0,2317	0,4633	366	0,5490	0,1525	0,3050
2035	143	0,2145	0,0596	0,1192	518	0,7770	0,2158	0,4317	559	0,8385	0,2329	0,4658	368	0,5520	0,1533	0,3067
2036	144	0,2160	0,0600	0,1200	521	0,7815	0,2171	0,4342	562	0,8430	0,2342	0,4683	370	0,5550	0,1542	0,3083
2037	145	0,2175	0,0604	0,1208	524	0,7860	0,2183	0,4367	565	0,8475	0,2354	0,4708	372	0,5580	0,1550	0,3100

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

ANO	POP. RURAL															
	DISPERSA															
	Sítio Muquem				Sítio Lameiro				Sítio Riacho Fundo				Sítio Tanques			
	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)	
2017	299	0,4485	0,1246	0,2492	31	0,0465	0,0129	0,0258	48	0,0720	0,0200	0,0400	71	0,1065	0,0296	0,0592
2018	302	0,4530	0,1258	0,2517	31	0,0465	0,0129	0,0258	49	0,0735	0,0204	0,0408	72	0,1080	0,0300	0,0600
2019	305	0,4575	0,1271	0,2542	32	0,0480	0,0133	0,0267	49	0,0735	0,0204	0,0408	73	0,1095	0,0304	0,0608
2020	308	0,4620	0,1283	0,2567	32	0,0480	0,0133	0,0267	50	0,0750	0,0208	0,0417	74	0,1110	0,0308	0,0617
2021	311	0,4665	0,1296	0,2592	32	0,0480	0,0133	0,0267	50	0,0750	0,0208	0,0417	74	0,1110	0,0308	0,0617
2022	314	0,4710	0,1308	0,2617	32	0,0480	0,0133	0,0267	51	0,0765	0,0213	0,0425	75	0,1125	0,0313	0,0625
2023	317	0,4755	0,1321	0,2642	33	0,0495	0,0138	0,0275	51	0,0765	0,0213	0,0425	76	0,1140	0,0317	0,0633
2024	320	0,4800	0,1333	0,2667	33	0,0495	0,0138	0,0275	52	0,0780	0,0217	0,0433	76	0,1140	0,0317	0,0633
2025	323	0,4845	0,1346	0,2692	33	0,0495	0,0138	0,0275	52	0,0780	0,0217	0,0433	77	0,1155	0,0321	0,0642
2026	326	0,4890	0,1358	0,2717	34	0,0510	0,0142	0,0283	53	0,0795	0,0221	0,0442	78	0,1170	0,0325	0,0650
2027	328	0,4920	0,1367	0,2733	34	0,0510	0,0142	0,0283	53	0,0795	0,0221	0,0442	78	0,1170	0,0325	0,0650
2028	331	0,4965	0,1379	0,2758	34	0,0510	0,0142	0,0283	53	0,0795	0,0221	0,0442	79	0,1185	0,0329	0,0658
2029	334	0,5010	0,1392	0,2783	34	0,0510	0,0142	0,0283	54	0,0810	0,0225	0,0450	80	0,1200	0,0333	0,0667
2030	336	0,5040	0,1400	0,2800	35	0,0525	0,0146	0,0292	54	0,0810	0,0225	0,0450	80	0,1200	0,0333	0,0667
2031	339	0,5085	0,1413	0,2825	35	0,0525	0,0146	0,0292	55	0,0825	0,0229	0,0458	81	0,1215	0,0338	0,0675
2032	341	0,5115	0,1421	0,2842	35	0,0525	0,0146	0,0292	55	0,0825	0,0229	0,0458	81	0,1215	0,0338	0,0675
2033	343	0,5145	0,1429	0,2858	35	0,0525	0,0146	0,0292	55	0,0825	0,0229	0,0458	82	0,1230	0,0342	0,0683
2034	345	0,5175	0,1438	0,2875	36	0,0540	0,0150	0,0300	56	0,0840	0,0233	0,0467	82	0,1230	0,0342	0,0683
2035	347	0,5205	0,1446	0,2892	36	0,0540	0,0150	0,0300	56	0,0840	0,0233	0,0467	83	0,1245	0,0346	0,0692
2036	349	0,5235	0,1454	0,2908	36	0,0540	0,0150	0,0300	56	0,0840	0,0233	0,0467	83	0,1245	0,0346	0,0692
2037	351	0,5265	0,1463	0,2925	36	0,0540	0,0150	0,0300	57	0,0855	0,0238	0,0475	84	0,1260	0,0350	0,0700

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

ANO	POP. RURAL															
	DISPERSA															
	Sítio Piabas				Sítio Maleitas				Sítio Capim				Sítio Lagoa dos Bezerros			
	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)	
2017	211	0,3165	0,0879	0,1758	127	0,1905	0,0529	0,1058	387	0,5805	0,1613	0,3225	177	0,2655	0,0738	0,1475
2018	214	0,3210	0,0892	0,1783	129	0,1935	0,0538	0,1075	391	0,5865	0,1629	0,3258	178	0,2670	0,0742	0,1483
2019	216	0,3240	0,0900	0,1800	130	0,1950	0,0542	0,1083	395	0,5925	0,1646	0,3292	180	0,2700	0,0750	0,1500
2020	218	0,3270	0,0908	0,1817	131	0,1965	0,0546	0,1092	399	0,5985	0,1663	0,3325	182	0,2730	0,0758	0,1517
2021	220	0,3300	0,0917	0,1833	133	0,1995	0,0554	0,1108	403	0,6045	0,1679	0,3358	184	0,2760	0,0767	0,1533
2022	222	0,3330	0,0925	0,1850	134	0,2010	0,0558	0,1117	407	0,6105	0,1696	0,3392	186	0,2790	0,0775	0,1550
2023	224	0,3360	0,0933	0,1867	135	0,2025	0,0563	0,1125	410	0,6150	0,1708	0,3417	187	0,2805	0,0779	0,1558
2024	226	0,3390	0,0942	0,1883	136	0,2040	0,0567	0,1133	414	0,6210	0,1725	0,3450	189	0,2835	0,0788	0,1575
2025	228	0,3420	0,0950	0,1900	138	0,2070	0,0575	0,1150	418	0,6270	0,1742	0,3483	191	0,2865	0,0796	0,1592
2026	230	0,3450	0,0958	0,1917	139	0,2085	0,0579	0,1158	421	0,6315	0,1754	0,3508	192	0,2880	0,0800	0,1600
2027	232	0,3480	0,0967	0,1933	140	0,2100	0,0583	0,1167	425	0,6375	0,1771	0,3542	194	0,2910	0,0808	0,1617
2028	234	0,3510	0,0975	0,1950	141	0,2115	0,0588	0,1175	428	0,6420	0,1783	0,3567	195	0,2925	0,0813	0,1625
2029	236	0,3540	0,0983	0,1967	142	0,2130	0,0592	0,1183	432	0,6480	0,1800	0,3600	197	0,2955	0,0821	0,1642
2030	238	0,3570	0,0992	0,1983	143	0,2145	0,0596	0,1192	435	0,6525	0,1813	0,3625	199	0,2985	0,0829	0,1658
2031	239	0,3585	0,0996	0,1992	144	0,2160	0,0600	0,1200	438	0,6570	0,1825	0,3650	200	0,3000	0,0833	0,1667
2032	241	0,3615	0,1004	0,2008	145	0,2175	0,0604	0,1208	441	0,6615	0,1838	0,3675	201	0,3015	0,0838	0,1675
2033	242	0,3630	0,1008	0,2017	146	0,2190	0,0608	0,1217	444	0,6660	0,1850	0,3700	203	0,3045	0,0846	0,1692
2034	244	0,3660	0,1017	0,2033	147	0,2205	0,0613	0,1225	446	0,6690	0,1858	0,3717	204	0,3060	0,0850	0,1700
2035	245	0,3675	0,1021	0,2042	148	0,2220	0,0617	0,1233	449	0,6735	0,1871	0,3742	205	0,3075	0,0854	0,1708
2036	247	0,3705	0,1029	0,2058	149	0,2235	0,0621	0,1242	452	0,6780	0,1883	0,3767	206	0,3090	0,0858	0,1717
2037	248	0,3720	0,1033	0,2067	149	0,2235	0,0621	0,1242	454	0,6810	0,1892	0,3783	207	0,3105	0,0863	0,1725

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

ANO	POP. RURAL							
	DISPERSA							
	Sítio Passagem Comprida				Sítio Pavilhão			
	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)	
2017	155	0,2325	0,0646	0,1292	82	0,1230	0,0342	0,0683
2018	157	0,2355	0,0654	0,1308	83	0,1245	0,0346	0,0692
2019	159	0,2385	0,0663	0,1325	84	0,1260	0,0350	0,0700
2020	160	0,2400	0,0667	0,1333	85	0,1275	0,0354	0,0708
2021	162	0,2430	0,0675	0,1350	85	0,1275	0,0354	0,0708
2022	163	0,2445	0,0679	0,1358	86	0,1290	0,0358	0,0717
2023	165	0,2475	0,0688	0,1375	87	0,1305	0,0363	0,0725
2024	166	0,2490	0,0692	0,1383	88	0,1320	0,0367	0,0733
2025	168	0,2520	0,0700	0,1400	89	0,1335	0,0371	0,0742
2026	169	0,2535	0,0704	0,1408	89	0,1335	0,0371	0,0742
2027	171	0,2565	0,0713	0,1425	90	0,1350	0,0375	0,0750
2028	172	0,2580	0,0717	0,1433	91	0,1365	0,0379	0,0758
2029	173	0,2595	0,0721	0,1442	92	0,1380	0,0383	0,0767
2030	175	0,2625	0,0729	0,1458	92	0,1380	0,0383	0,0767
2031	176	0,2640	0,0733	0,1467	93	0,1395	0,0388	0,0775
2032	177	0,2655	0,0738	0,1475	93	0,1395	0,0388	0,0775
2033	178	0,2670	0,0742	0,1483	94	0,1410	0,0392	0,0783
2034	179	0,2685	0,0746	0,1492	95	0,1425	0,0396	0,0792
2035	180	0,2700	0,0750	0,1500	95	0,1425	0,0396	0,0792
2036	181	0,2715	0,0754	0,1508	96	0,1440	0,0400	0,0800
2037	182	0,2730	0,0758	0,1517	96	0,1440	0,0400	0,0800

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

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

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

- Estudo de viabilidade sobre o tipo de sistema mais sustentável para cada comunidade em prazo imediato;
- Estudo de um padrão ideal de fossas sépticas para as comunidades em que não se 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 46).

A definição do nível de tratamento de uma ETE está associada ao maior nível existente nela. Por exemplo, uma ETE que apresenta o tratamento preliminar, o tratamento primário (decantadores primários) e o tratamento secundário (processos biológicos) 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 46 - Níveis de tratamento dos esgotos

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

Fonte: Von Sperling, 2014.

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

Dentre os diversos sistemas de tratamento de esgotos domésticos existentes, apresenta-se uma breve descrição dos principais sistemas em nível secundário na Tabela 47.

Tabela 47 - Breve descrição dos principais sistemas de tratamento de esgotos em nível secundário

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

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

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

Fonte: Von Sperling, 2014.

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

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

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

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

Fonte: Von Sperling, 2014.

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

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

Nesse mesmo estudo, foram avaliadas as eficiências médias de remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes resultantes dos sistemas de tratamento por combinação de lagoas, sendo obtidos valores da ordem de 69% e 99,34%, respectivamente para LF+LM1+LM2 e 69% e 96,97%, respectivamente, para LF+LM1. Esses valores encontram-se abaixo dos encontrados na literatura para sistemas com essa configuração. No entanto, esta baixa eficiência é mais realística, pois considera os aspectos operacionais e de manutenção das lagoas.

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

Assim, para fins de cálculo das estimativas de carga e concentração de DBO e coliformes fecais, do município de Bom Jesus, utilizaram-se as eficiências médias típicas de remoção e parâmetros bibliográficos, como a concentração de organismos em esgotos (Tabela 49). Ressalta-se que na situação em que se estiver investigando o lançamento de um efluente tratado, deve-se considerar a redução da DBO proporcionada pela eficiência do tratamento. Para tanto, foram levadas em consideração as alternativas do lançamento de esgotos sem tratamento e com tratamento, tanto para a área urbana quanto rural.

Tabela 49 - Parâmetros de eficiência adotados no PMSB de Bom Jesus.

Tipo de Tratamento	Eficiência na Remoção de DBO	Eficiência na Remoção de Coliformes Fecais
Preliminar	5%	0%
Primário	35%	35%
Lagoa facultativa seguida de uma lagoa de maturação	69%	96,97%

Lagoa facultativa seguida de duas lagoas de maturação	69%	99,34%
Lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa	80%	99%
Lodo ativado	90%	90%
Filtro biológico	90%	80%
UASB	70%	80%
UASB seguido de Lagoa	90%	99%

Fonte: Comitê executivo PMSB Bom Jesus, 2017.

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

Tabela 50 – Estimativa da carga orgânica e remoção de DBO e Coliformes Fecais, sem tratamento e com diferentes tipos de tratamento para área urbana.

ANO	POPULAÇÃO URBANA											
	População (hab)	Percentual de atendimento com coleta e tratamento anual	População atendida com coleta e tratamento (hab)	Vazão média de esgoto (m³/dia)	Carga per capita DBO (g/hab.dia)	Carga per capita de coliformes fecais (org/hab.dia)	Esgoto Bruto (Carga)		Tratamento Preliminar		Tratamento Primário	
							DBO (kg/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (kg/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (kg/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)
2017	7202	0%	0,0	1628,1273	54	1,0E+11	388,9080	7,2E+14	0	0	0	0
2018	7238	10%	723,8	1636,1783	54	1,0E+11	390,8520	7,2E+14	1,9543	0	13,6798	2,5E+10
2019	7272	20%	1454,4	1644,0221	54	1,0E+11	392,6880	7,3E+14	3,9269	0	27,4882	5,1E+10
2020	7305	30%	2191,5	1651,3302	54	1,0E+11	394,4700	7,3E+14	5,9171	0	41,4194	7,7E+10
2021	7336	35%	2567,6	1658,4310	54	1,0E+11	396,1440	7,3E+14	6,9325	0	48,5276	9,0E+10
2022	7367	40%	2946,8	1665,0999	54	1,0E+11	397,8180	7,4E+14	7,9564	0	55,6945	1,0E+11
2023	7396	45%	3328,2	1671,9934	54	1,0E+11	399,3840	7,4E+14	8,9861	0	62,9030	1,2E+11
2024	7424	50%	3712,0	1678,3514	54	1,0E+11	400,8960	7,4E+14	10,0224	0	70,1568	1,3E+11
2025	7450	55%	4097,5	1684,0700	54	1,0E+11	402,3000	7,5E+14	11,0633	0	77,4428	1,4E+11
2026	7475	60%	4485,0	1689,6850	54	1,0E+11	403,6500	7,5E+14	12,1095	0	84,7665	1,6E+11
2027	7498	65%	4873,7	1695,0927	54	1,0E+11	404,8920	7,5E+14	13,1590	0	92,1129	1,7E+11
2028	7520	70%	5264,0	1699,9648	54	1,0E+11	406,0800	7,5E+14	14,2128	0	99,4896	1,8E+11
2029	7541	75%	5655,8	1704,7332	54	1,0E+11	407,2140	7,5E+14	15,2705	0	106,8937	2,0E+11
2030	7559	80%	6047,2	1708,7588	54	1,0E+11	408,1860	7,6E+14	16,3274	0	114,2921	2,1E+11
2031	7574	85%	6437,9	1712,0414	54	1,0E+11	408,9960	7,6E+14	17,3823	0	121,6763	2,3E+11
2032	7586	90%	6827,4	1715,0130	54	1,0E+11	409,6440	7,6E+14	18,4340	0	129,0379	2,4E+11
2033	7596	95%	7216,2	1716,9134	54	1,0E+11	410,1840	7,6E+14	19,4837	0	136,3862	2,5E+11
2034	7604	100%	7604,0	1719,0386	54	1,0E+11	410,6160	7,6E+14	20,5308	0	143,7156	2,7E+11
2035	7610	100%	7610,0	1720,0924	54	1,0E+11	410,9400	7,6E+14	20,5470	0	143,8290	2,7E+11
2036	7614	100%	7614,0	1720,9390	54	1,0E+11	411,1560	7,6E+14	20,5578	0	143,9046	2,7E+11
2037	7616	100%	7616,0	1721,5782	54	1,0E+11	411,2640	7,6E+14	20,5632	0	143,9424	2,7E+11

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

Tabela 50 – Estimativa da carga orgânica e remoção de DBO e Coliformes Fecais, sem tratamento e com diferentes tipos de tratamento para área urbana (Continuação).

ANO	POPULAÇÃO URBANA													
	Lagoa facultativa seguida de uma lagoa de maturação		Lagoa facultativa seguida de duas lagoas de maturação		Lagoa anaeróbia facultativa		Lodo ativado		Reator Biológico		UASB		UASB seguido de Lagoa	
	DBO (kg/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (kg/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (kg/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (kg/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (kg/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (kg/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)	DBO (kg/dia)	Coliformes Fecais (org/dia)
2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2018	26,9688	7,0E+10	26,9688	7,2E+10	31,2682	7,2E+10	35,1767	6,5E+10	35,1767	5,8E+10	27,3596	5,8E+10	35,1767	7,2E+10
2019	54,1909	1,4E+11	54,1909	1,4E+11	62,8301	1,4E+11	70,6838	1,3E+11	70,6838	1,2E+11	54,9763	1,2E+11	70,6838	1,4E+11
2020	81,6553	2,1E+11	81,6553	2,2E+11	94,6728	2,2E+11	106,5069	2,0E+11	106,5069	1,8E+11	82,8387	1,8E+11	106,5069	2,2E+11
2021	95,6688	2,5E+11	95,6688	2,6E+11	110,9203	2,5E+11	124,7854	2,3E+11	124,7854	2,1E+11	97,0553	2,1E+11	124,7854	2,5E+11
2022	109,7978	2,9E+11	109,7978	2,9E+11	127,3018	2,9E+11	143,2145	2,7E+11	143,2145	2,4E+11	111,3890	2,4E+11	143,2145	2,9E+11
2023	124,0087	3,2E+11	124,0087	3,3E+11	143,7782	3,3E+11	161,7505	3,0E+11	161,7505	2,7E+11	125,8060	2,7E+11	161,7505	3,3E+11
2024	138,3091	3,6E+11	138,3091	3,7E+11	160,3584	3,7E+11	180,4032	3,3E+11	180,4032	3,0E+11	140,3136	3,0E+11	180,4032	3,7E+11
2025	152,6729	4,0E+11	152,6729	4,1E+11	177,0120	4,1E+11	199,1385	3,7E+11	199,1385	3,3E+11	154,8855	3,3E+11	199,1385	4,1E+11
2026	167,1111	4,3E+11	167,1111	4,5E+11	193,7520	4,4E+11	217,9710	4,0E+11	217,9710	3,6E+11	169,5330	3,6E+11	217,9710	4,4E+11
2027	181,5941	4,7E+11	181,5941	4,8E+11	210,5438	4,8E+11	236,8618	4,4E+11	236,8618	3,9E+11	184,2259	3,9E+11	236,8618	4,8E+11
2028	196,1366	5,1E+11	196,1366	5,2E+11	227,4048	5,2E+11	255,8304	4,7E+11	255,8304	4,2E+11	198,9792	4,2E+11	255,8304	5,2E+11
2029	210,7332	5,5E+11	210,7332	5,6E+11	244,3284	5,6E+11	274,8695	5,1E+11	274,8695	4,5E+11	213,7874	4,5E+11	274,8695	5,6E+11
2030	225,3187	5,9E+11	225,3187	6,0E+11	261,2390	6,0E+11	293,8939	5,4E+11	293,8939	4,8E+11	228,5842	4,8E+11	293,8939	6,0E+11
2031	239,8762	6,2E+11	239,8762	6,4E+11	278,1173	6,4E+11	312,8819	5,8E+11	312,8819	5,2E+11	243,3526	5,2E+11	312,8819	6,4E+11
2032	254,3889	6,6E+11	254,3889	6,8E+11	294,9437	6,8E+11	331,8116	6,1E+11	331,8116	5,5E+11	258,0757	5,5E+11	331,8116	6,8E+11
2033	268,8756	7,0E+11	268,8756	7,2E+11	311,7398	7,1E+11	350,7073	6,5E+11	350,7073	5,8E+11	272,7724	5,8E+11	350,7073	7,1E+11
2034	283,3250	7,4E+11	283,3250	7,6E+11	328,4928	7,5E+11	369,5544	6,8E+11	369,5544	6,1E+11	287,4312	6,1E+11	369,5544	7,5E+11
2035	283,5486	7,4E+11	283,5486	7,6E+11	328,7520	7,5E+11	369,8460	6,8E+11	369,8460	6,1E+11	287,6580	6,1E+11	369,8460	7,5E+11
2036	283,6976	7,4E+11	283,6976	7,6E+11	328,9248	7,5E+11	370,0404	6,9E+11	370,0404	6,1E+11	287,8092	6,1E+11	370,0404	7,5E+11
2037	283,7722	7,4E+11	283,7722	7,6E+11	329,0112	7,5E+11	370,1376	6,9E+11	370,1376	6,1E+11	287,8848	6,1E+11	370,1376	7,5E+11

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

Tabela 51 – Estimativa da concentração e remoção de DBO e Coliformes Fecais, sem tratamento e com diferentes tipos de tratamento para área urbana.

ANO	POPULAÇÃO URBANA											
	População (hab)	Percentual de atendimento com coleta e tratamento anual	População atendida com coleta e tratamento (hab)	Vazão média de esgoto (m³/dia)	Carga per capita DBO (g/hab.dia)	Carga per capita de coliformes fecais (org/hab.dia)	Esgoto Bruto (Concentração)		Tratamento Preliminar		Tratamento Primário	
							DBO (kg/m³)	Coliformes Fecais (org/m³)	DBO (kg/m³)	Coliformes Fecais (org/m³)	DBO (kg/m³)	Coliformes Fecais (org/m³)
2017	7202	0%	0,0	1628,1273	54	1,0E+11	0,2389	4,42E+11	0	0	0,0000	0
2018	7238	10%	723,8	1636,1783	54	1,0E+11	0,2389	4,42E+11	0,0012	0	0,0084	1,55E+07
2019	7272	20%	1454,4	1644,0221	54	1,0E+11	0,2389	4,42E+11	0,0024	0	0,0167	3,10E+07
2020	7305	30%	2191,5	1651,3302	54	1,0E+11	0,2389	4,42E+11	0,0036	0	0,0251	4,64E+07
2021	7336	35%	2567,6	1658,4310	54	1,0E+11	0,2389	4,42E+11	0,0042	0	0,0293	5,42E+07
2022	7367	40%	2946,8	1665,0999	54	1,0E+11	0,2389	4,42E+11	0,0048	0	0,0334	6,19E+07
2023	7396	45%	3328,2	1671,9934	54	1,0E+11	0,2389	4,42E+11	0,0054	0	0,0376	6,97E+07
2024	7424	50%	3712,0	1678,3514	54	1,0E+11	0,2389	4,42E+11	0,0060	0	0,0418	7,74E+07
2025	7450	55%	4097,5	1684,0700	54	1,0E+11	0,2389	4,42E+11	0,0066	0	0,0460	8,52E+07
2026	7475	60%	4485,0	1689,6850	54	1,0E+11	0,2389	4,42E+11	0,0072	0	0,0502	9,29E+07
2027	7498	65%	4873,7	1695,0927	54	1,0E+11	0,2389	4,42E+11	0,0078	0	0,0543	1,01E+08
2028	7520	70%	5264,0	1699,9648	54	1,0E+11	0,2389	4,42E+11	0,0084	0	0,0585	1,08E+08
2029	7541	75%	5655,8	1704,7332	54	1,0E+11	0,2389	4,42E+11	0,0090	0	0,0627	1,16E+08
2030	7559	80%	6047,2	1708,7588	54	1,0E+11	0,2389	4,42E+11	0,0096	0	0,0669	1,24E+08
2031	7574	85%	6437,9	1712,0414	54	1,0E+11	0,2389	4,42E+11	0,0102	0	0,0711	1,32E+08
2032	7586	90%	6827,4	1715,0130	54	1,0E+11	0,2389	4,42E+11	0,0107	0	0,0752	1,39E+08
2033	7596	95%	7216,2	1716,9134	54	1,0E+11	0,2389	4,42E+11	0,0113	0	0,0794	1,47E+08
2034	7604	100%	7604,0	1719,0386	54	1,0E+11	0,2389	4,42E+11	0,0119	0	0,0836	1,55E+08
2035	7610	100%	7610,0	1720,0924	54	1,0E+11	0,2389	4,42E+11	0,0119	0	0,0836	1,55E+08
2036	7614	100%	7614,0	1720,9390	54	1,0E+11	0,2389	4,42E+11	0,0119	0	0,0836	1,55E+08
2037	7616	100%	7616,0	1721,5782	54	1,0E+11	0,2389	4,42E+11	0,0119	0	0,0836	1,55E+08

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

Tabela 51 – Estimativa da concentração e remoção de DBO e Coliformes Fecais, sem tratamento e com diferentes tipos de tratamento para área urbana (Continuação).

ANO	POPULAÇÃO URBANA													
	Lagoa facultativa seguida de uma lagoa de maturação		Lagoa facultativa seguida de duas lagoas de maturação		Lagoa anaeróbia facultativa		Lodo ativado		Reator Biológico		UASB		UASB seguido de Lagoa	
	DBO (kg/m ³)	Coliformes Fecais (org/m ³)	DBO (kg/m ³)	Coliformes Fecais (org/m ³)	DBO (kg/m ³)	Coliformes Fecais (org/m ³)	DBO (kg/m ³)	Coliformes Fecais (org/m ³)	DBO (kg/m ³)	Coliformes Fecais (org/m ³)	DBO (kg/m ³)	Coliformes Fecais (org/m ³)	DBO (kg/m ³)	Coliformes Fecais (org/m ³)
2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2018	0,0165	4,29E+07	0,0165	4,39E+07	0,0191	4,38E+07	0,0215	3,98E+07	0,0215	3,54E+07	0,0167	3,54E+07	0,0215	4,38E+07
2019	0,0330	8,58E+07	0,0330	8,79E+07	0,0382	8,76E+07	0,0430	7,96E+07	0,0430	7,08E+07	0,0334	7,08E+07	0,0430	8,76E+07
2020	0,0494	1,29E+08	0,0494	1,32E+08	0,0573	1,31E+08	0,0645	1,19E+08	0,0645	1,06E+08	0,0502	1,06E+08	0,0645	1,31E+08
2021	0,0577	1,50E+08	0,0577	1,54E+08	0,0669	1,53E+08	0,0752	1,39E+08	0,0752	1,24E+08	0,0585	1,24E+08	0,0752	1,53E+08
2022	0,0659	1,72E+08	0,0659	1,76E+08	0,0765	1,75E+08	0,0860	1,59E+08	0,0860	1,42E+08	0,0669	1,42E+08	0,0860	1,75E+08
2023	0,0742	1,93E+08	0,0742	1,98E+08	0,0860	1,97E+08	0,0967	1,79E+08	0,0967	1,59E+08	0,0752	1,59E+08	0,0967	1,97E+08
2024	0,0824	2,14E+08	0,0824	2,20E+08	0,0955	2,19E+08	0,1075	1,99E+08	0,1075	1,77E+08	0,0836	1,77E+08	0,1075	2,19E+08
2025	0,0907	2,36E+08	0,0907	2,42E+08	0,1051	2,41E+08	0,1182	2,19E+08	0,1182	1,95E+08	0,0920	1,95E+08	0,1182	2,41E+08
2026	0,0989	2,57E+08	0,0989	2,64E+08	0,1147	2,63E+08	0,1290	2,39E+08	0,1290	2,12E+08	0,1003	2,12E+08	0,1290	2,63E+08
2027	0,1071	2,79E+08	0,1071	2,86E+08	0,1242	2,85E+08	0,1397	2,59E+08	0,1397	2,30E+08	0,1087	2,30E+08	0,1397	2,85E+08
2028	0,1154	3,00E+08	0,1154	3,08E+08	0,1338	3,07E+08	0,1505	2,79E+08	0,1505	2,48E+08	0,1170	2,48E+08	0,1505	3,07E+08
2029	0,1236	3,22E+08	0,1236	3,30E+08	0,1433	3,28E+08	0,1612	2,99E+08	0,1612	2,65E+08	0,1254	2,65E+08	0,1612	3,28E+08
2030	0,1319	3,43E+08	0,1319	3,52E+08	0,1529	3,50E+08	0,1720	3,19E+08	0,1720	2,83E+08	0,1338	2,83E+08	0,1720	3,50E+08
2031	0,1401	3,65E+08	0,1401	3,74E+08	0,1624	3,72E+08	0,1828	3,38E+08	0,1828	3,01E+08	0,1421	3,01E+08	0,1828	3,72E+08
2032	0,1483	3,86E+08	0,1483	3,95E+08	0,1720	3,94E+08	0,1935	3,58E+08	0,1935	3,18E+08	0,1505	3,18E+08	0,1935	3,94E+08
2033	0,1566	4,08E+08	0,1566	4,18E+08	0,1816	4,16E+08	0,2043	3,78E+08	0,2043	3,36E+08	0,1589	3,36E+08	0,2043	4,16E+08
2034	0,1648	4,29E+08	0,1648	4,39E+08	0,1911	4,38E+08	0,2150	3,98E+08	0,2150	3,54E+08	0,1672	3,54E+08	0,2150	4,38E+08
2035	0,1648	4,29E+08	0,1648	4,39E+08	0,1911	4,38E+08	0,2150	3,98E+08	0,2150	3,54E+08	0,1672	3,54E+08	0,2150	4,38E+08
2036	0,1649	4,29E+08	0,1649	4,40E+08	0,1911	4,38E+08	0,2150	3,98E+08	0,2150	3,54E+08	0,1672	3,54E+08	0,2150	4,38E+08
2037	0,1648	4,29E+08	0,1648	4,39E+08	0,1911	4,38E+08	0,2150	3,98E+08	0,2150	3,54E+08	0,1672	3,54E+08	0,2150	4,38E+08

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.



Pela análise da Tabela 50 e Tabela 51, verifica-se que a carga de DBO e coliformes totais para início de plano é de 388,908 kg/dia e 7,2E14 de organismos/dia, respectivamente, e para final de plano é 411,264 kg DBO/dia e 7,6E14 de organismo/dia de coliformes fecais sem tratamento. As concentrações de DBO e coliformes fecais sem tratamento para início de plano é de 0,23886 kg/m³ e 4,4235E11 organismo/m³, respectivamente, e para final de plano de 0,23888 kg/m³ e 4,4238E11 organismo/m³.

Constata-se que o sistema de tratamento mais viável para remoção de DBO é o de lagoas anaeróbias facultativas, uma vez que essa solução apresenta uma boa remoção de DBO, possui menor requisito de área e melhor custo para implantação, se comparada com as demais alternativas.

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

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

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

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

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



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

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

Von Sperling (2014) apresenta uma comparação quantitativa em relação aos principais sistemas de tratamento de esgotos, expressos em valores *per capita* (Tabela 52).

Tabela 52 - Características típicas de diversos sistemas de tratamento de esgotos, expressos em valores per capita.

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

Fonte: Adaptado de Von Sperling(2014)

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

A partir dos dados e informações coletados no diagnóstico, e ainda de acordo com os estudos realizados nos tópicos anteriores, recomenda-se as seguintes intervenções listadas na Tabela 53, para o município de Bom Jesus.

Tabela 53 - Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada para a Zona Urbana, em relação ao sistema de esgotamento sanitário.

Zona Urbana			
Componentes do Sistema de esgotamento sanitário	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Definição de alternativas de tratamento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implantação de sistema de tratamento público de esgoto na sede; 2. Eliminar a implantação de sistemas inadequados à realidade da sede do município; 3. Eliminar as fossas rudimentares. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaborar projeto para implantação de um sistema de tratamento do tipo lagoa anaeróbia facultativa; 2. Proibir os sistemas de tratamentos individuais inadequados para a região; 3. Proibir o uso de fossas rudimentares. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Curto prazo (até 2025) 2. Curto prazo (até 2025) 3. Curto prazo (até 2025)
Ligações de esgoto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cadastro das ligações existentes atualizados; 2. Implantar ligações em 100% das residências da sede. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar e manter atualizado o cadastro técnico e comercial das ligações existentes; 2. Incentivar a execução de ligações na rede coletora. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Curto prazo (até 2025) 2. Médio Prazo (até 2029)
Rede de coleta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cadastro da rede coletora; 2. Rede coletora em 100% da sede. 3. Manutenção regular da rede coletora. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar e manter atualizado o cadastro técnico e comercial da rede existente; 2. Implantar a infraestrutura da rede coletora; 3. Planejar e realizar manutenções regulares na rede coletora. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Curto prazo (até 2025) 2. Curto prazo (até 2025) 3. Curto prazo (até 2025)
Poços de visita	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cadastro de poços de visita existentes; 2. Manutenção regular dos poços de visita. 	<ol style="list-style-type: none"> 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. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Curto prazo (até 2025)
Estação elevatória de esgoto bruto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implantação de elevatória de esgoto bruto; 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar estudo para verificar a necessidade de implantação de uma estação elevatória de esgoto bruto para o SES da sede. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Curto prazo (até 2025)
Estação elevatória de esgoto tratado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Avaliar a necessidade de implantação de elevatória de esgoto tratado. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar estudo para verificar a necessidade de implantação de uma estação elevatória de esgoto tratado para o SES da sede. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Imediato (até 2021)
Produção de esgoto tratado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Produção de esgoto tratado que possibilite o reuso agrícola ou urbano 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentar a taxa de produção de esgoto tratado, com a futura implantação do 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Médio prazo (até 2029) 2. Médio prazo

Zona Urbana			
Componentes do Sistema de esgotamento sanitário	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
	controlado.	sistema de tratamento coletivo, para utilização da água de reuso; 2. Cessar a produção de esgoto tratado por sistemas individuais.	(até 2029)
Disposição final	1. Utilização de esgoto tratado para agricultura e para a demanda urbana; 2. Avaliar as possibilidades de destinação final adequada do excedente não reutilizado.	1. Realizar estudos e implantar sistema de reuso adequado às características do município; 2. Realizar estudos e regularizar a disposição final do efluente excedente em corpo hídrico ou solo.	1. Imediato (até 2021) 1. Imediato (até 2021)

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

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

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

A Tabela 54 mostra a eficiência do uso combinado entre o tanque séptico e demais tipos de tratamentos. A Tabela 55, por sua vez, mostra as principais

características dos processos de tratamento, excluindo-se tanque séptico. Essas informações são necessárias para subsidiar a escolha da melhor solução para as comunidades rurais.

Tabela 54 - Faixas prováveis de remoção dos poluentes, conforme o tipo de tratamento, consideradas em conjunto com o tanque séptico.

PARÂMETRO	REMOÇÃO DE POLUENTES EM PROCESSO COMBINADO (%)					
	Filtro anaeróbio submerso	Filtro de areia	Filtro aeróbio	Vala de filtração	Lodo ativado por batelada	Lagoa com plantas
DBO_{5,20}	40 a 75	60 a 95	50 a 85	50 a 80	70 a 95	70 a 90
DQO	40 a 70	50 a 80	40 a 75	40 a 75	60 a 90	70 a 85
Sólidos Não Filtráveis	60 a 90	80 a 95	70 a 95	70 a 95	80 a 95	70 a 95
Sólidos Sedimentáveis	70 ou mais	99 ou mais	100	100	90 a 100	100
Nitrogênio Amoniacal	-	30 a 80	50 a 80	50 a 80	60 a 90	70 a 90
Nitrato	-	30 a 70	30 a 70	30 a 70	30 a 70	50 a 80
Fosfato	20 a 50	30 a 70	30 a 70	30 a 70	50 a 90	70 a 90
Coliformes Fecais	-	-	99 ou mais	99,5 ou mais	-	-

Fonte: NBR 13.969/1997.

Tabela 55 - Algumas características dos processos de tratamento recomendados para áreas rurais (exclui tanque séptico).

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

Fonte: NBR 13.969/1997.

Sendo assim, com base nos dados e informações coletados no diagnóstico, e ainda de acordo com o apresentado na Tabela 54 e Tabela 55, recomenda-se as seguintes intervenções listadas na Tabela 56, para a zona rural do município de Bom Jesus.

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

Zona Rural			
Componentes do Sistema de esgotamento sanitário	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Definição de alternativas de tratamento	1. Atender por sistema individual adequado 100% da população rural; 2. Implantar sistemas individuais (fossa séptica); 3. Eliminar a existência de fossas rudimentares; 4. Adequar as 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	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
Rede de coleta	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
Poços de visita	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
Estação elevatória de esgoto bruto	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
Estação elevatória de esgoto tratado	Não aplicável	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 sistemas de tratamento individuais adequados.	1. Curto prazo (até 2025)
Disposição final	1. Eliminar a 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, destinando os efluentes para estação de tratamento adequada; 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 reuso de águas residuais no âmbito rural.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Imediato (até 2021)

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

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

4.4.4 Comparação das alternativas de tratamento local ou centralizado dos esgotos

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Os sistemas centralizados exigem menos participação e conscientização pública, porém o seu tratamento requer mais energia e materiais, aumentando o custo. Por outro lado, os sistemas descentralizados tratam as águas residuárias de casas e prédios

individualmente, realizando o tratamento e o descarte próximo ao ponto de geração (USEPA, 2004).

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

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

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

No município de Bom Jesus, em virtude de sua topografia, entende-se que a opção pelo tratamento a ser adotada será o de forma centralizada para a área urbana.

Conforme descrito no diagnóstico, a área urbana do município não tem o sistema de coleta e tratamento de esgoto implantado. Verifica-se nessas áreas a presença de fossa séptica e que a grande maioria das edificações utilizam fossas negras (rudimentares), inclusive com lançamento das águas cinzas a céu aberto, não apresentando, portanto, exatamente o formato do sistema descentralizado. Não há a inspeção pelo município nos sistemas adotados, bem como não há manutenção do sistema pelo usuário.

Ressalta-se a importância de considerar a oportunidade de implantação de reuso 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 reuso, 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 reuso.

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 reuso do efluente na agricultura. Dessa forma, na zona rural do município de Bom Jesus 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 57.

Tabela 57 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de esgotamento sanitário e suas respectivas ações.

Evento	Origem Possível
Interrupção ou colapso na operação da ETE	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colapso do sistema devido a produção de esgoto excedente à demanda média diária em função de eventos temporários; 2. Colapso do sistema devido a produção de esgoto excedente à demanda média diária em função de precipitações intensas e lançamento indevido de águas pluviais na rede de esgotamento sanitário; 3. 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	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de bombeamento; 2. Danificação de equipamentos eletromecânicos/estruturas; 3. Ações de vandalismo; 4. Acúmulo de material particulado nos pré-tratamento; 5. Precipitação intensa.
Rompimento de linhas de recalque, coletores tronco, interceptores e emissários	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desmoronamentos de taludes/paredes de canais; 2. Erosões de fundo de vale; 3. Rompimento de travessias.
Ocorrência de retorno de esgotos em imóveis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lançamento de águas pluviais em redes de coleta de esgoto; 2. Obstruções em coletores de esgoto.
Acidente na operação e manutenção do sistema	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vazamento de produtos químicos nas instalações do sistema; 2. Acidente de trabalho na operação e manutenção do sistema.

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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 Bom Jesus 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 se encontram 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 58.

Tabela 58 - Precipitações máximas diárias anuais do município de Bom Jesus.

Ano	Precipitação máxima diária (mm)	Ano	Precipitação máxima diária (mm)
1963	39,0	1987	92,0
1964	75,0	1988	61,8
1965	70,0	1989	48,2
1966	42,2	1990	46,0
1967	59,0	1991	11,4
1968	84,0	1992	82,8
1969	63,0	1993	60,2
1970	101,0	1994	154,0
1971	56,2	1995	24,2
1972	52,0	1996	72,8
1973	60,0	1997	270,0
1974	140,6	1998	76,2
1975	70,0	1999	53,0
1976	49,6	2000	83,0
1977	58,6	2001	52,0
1978	41,0	2002	59,0
1979	48,8	2003	38,4
1980	55,8	2004	100,0
1981	82,4	2005	55,0
1982	69,8	2006	62,8
1983	73,6	2007	67,7
1984	115,2	2008	122,4
1985	89,0	2009	58,0
1986	109,4	2010	45,9
Média		Desvio-padrão	
73,0 mm		40,1 mm	

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

Os dados de precipitação máxima diária anual do município de Bom Jesus foram organizados de forma decrescente, para realização do cálculo das probabilidades. Com isso, foi encontrado o tempo de retorno respectivo para cada precipitação. O tempo de retorno está associado aos riscos e incertezas que envolvem o sistema de drenagem, o que significa a probabilidade de falhas do sistema e pode ser definido como o período

de tempo em que um valor de precipitação será igualado ou superado. O seu valor está associado aos investimentos envolvidos e o grau de prejuízos caso o sistema venha a falhar. Os valores recomendados estão detalhados na Tabela 59.

Tabela 59 - Períodos de retorno recomendados para obras de drenagem.

Tipo de obra	Tipo de ocupação da área	Tempo de retorno (anos)
Microdrenagem	Residencial	2
	Comercial	5
	Áreas com edifícios de serviço público	5
	Aeropostos	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 Bom Jesus estão detalhados na Tabela 60.

Tabela 60 - Cálculo do período de retorno.

Ordem "m"	Precipitação máxima diária anual em ordem decrescente (mm)	Probabilidade acumulada $P=m/(n+1)$	Período de retorno $T=1/P$ (anos)
1	270,00	0,020	49,000
2	154,00	0,041	24,500
3	140,60	0,061	16,333
4	122,40	0,082	12,250
5	115,20	0,102	9,800
6	109,40	0,122	8,167
7	101,00	0,143	7,000
8	100,00	0,163	6,125
9	92,00	0,184	5,444
10	89,00	0,204	4,900
11	84,00	0,224	4,455
12	83,00	0,245	4,083
13	82,80	0,265	3,769
14	82,40	0,286	3,500
15	76,20	0,306	3,267
16	75,00	0,327	3,063
17	73,60	0,347	2,882
18	72,80	0,367	2,722
19	70,00	0,388	2,579
20	70,00	0,408	2,450
21	69,80	0,429	2,333
22	67,70	0,449	2,227
23	63,00	0,469	2,130
24	62,80	0,490	2,042
25	61,75	0,510	1,960
26	60,20	0,531	1,885
27	60,00	0,551	1,815
28	59,00	0,571	1,750

Ordem "m"	Precipitação máxima diária anual em ordem decrescente (mm)	Probabilidade acumulada $P=m/(n+1)$	Período de retorno $T=1/P$ (anos)
29	59,00	0,592	1,690
30	58,60	0,612	1,633
31	58,00	0,633	1,581
32	56,20	0,653	1,531
33	55,80	0,673	1,485
34	55,00	0,694	1,441
35	53,00	0,714	1,400
36	52,00	0,735	1,361
37	52,00	0,755	1,324
38	49,60	0,776	1,289
39	48,80	0,796	1,256
40	48,20	0,816	1,225
41	46,00	0,837	1,195
42	45,90	0,857	1,167
43	42,20	0,878	1,140
44	41,00	0,898	1,114
45	39,00	0,918	1,089
46	38,40	0,939	1,065
47	24,20	0,959	1,043
48	11,40	0,980	1,021

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

Visando a análise de precipitações máximas e tempo de retorno correspondente aos valores da Tabela 57, 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 61.

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

Variáveis	Valores obtidos usando a distribuição de Gumbel							
β	31,25	31,25	31,25	31,25	31,25	31,25	31,25	31,25
α	54,93	54,93	54,93	54,93	54,93	54,93	54,93	54,93
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	66,38	101,79	125,24	138,47	147,73	154,87	176,85	198,66

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

Até o momento os dados de precipitação utilizados são dados diários, sendo que para a construção dos hietogramas se faz necessário dados de precipitação de curta e longa duração, 60 minutos e 24 horas, respectivamente. Para isto foi adotado o método das relações de durações descrito por Tucci (1993), onde valores diários de precipitação podem ser estimados em intervalos de tempo menores através da adoção de coeficientes (Tabela 62).

Tabela 62 - Relações entre durações.

Relação	Coefficiente
5min/30min	0,34
10min/30min	0,54
15min/30min	0,7
20min/30min	0,81
25min/30min	0,91
30min/1h	0,74
1h/24h	0,42
6h/24h	0,72
8h/24h	0,78
10h/24h	0,82
12h/24h	0,85
24h/1dia	1,14

Fonte: TUCCI, 1993.

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

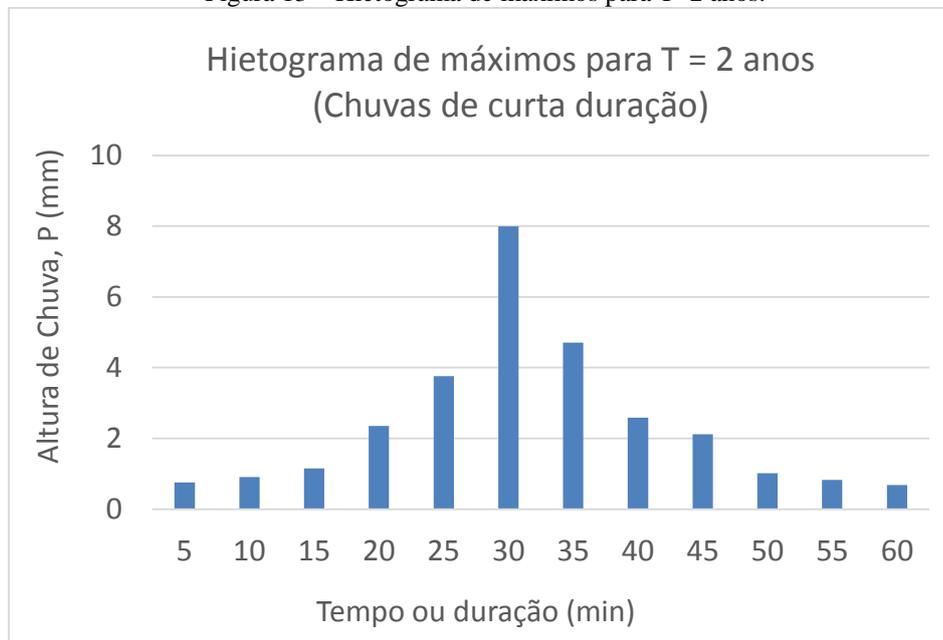
precipitação, foram construídos os hietogramas críticos para projetos e estudos hidrológicos, sendo considerados em duas situações:

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

4.5.1.2 Chuvas de curta duração (microdrenagem)

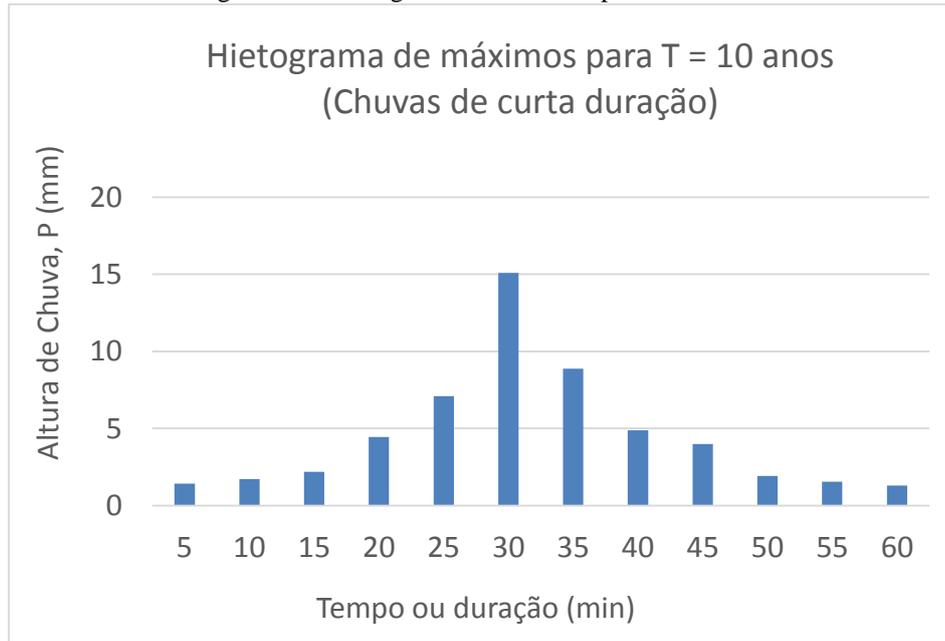
A Figura 13, Figura 14 e Figura 15 apresentam os hietogramas críticos para projetos e estudos hidrológicos para as durações de até 60 minutos para os tempos de retorno de 2, 10 e 25 anos. A chuva máxima dos 60 minutos contempla todas as chuvas máximas inferiores a 60 minutos.

Figura 13 – Hietograma de máximos para T=2 anos.



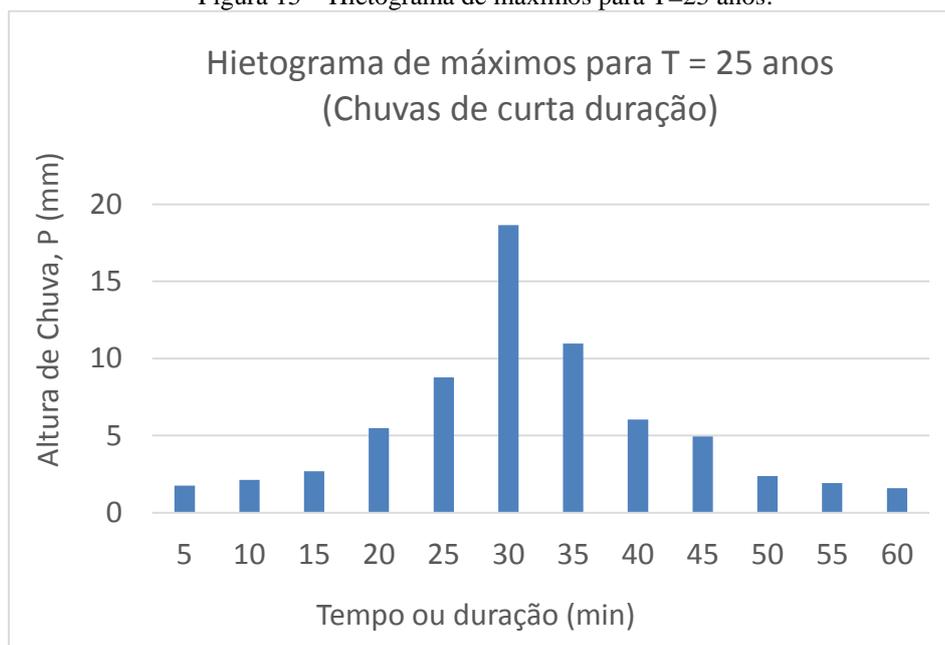
Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2017.

Figura 14 – Hietograma de máximos para T=10 anos.



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2017.

Figura 15 – Hietograma de máximos para T=25 anos.

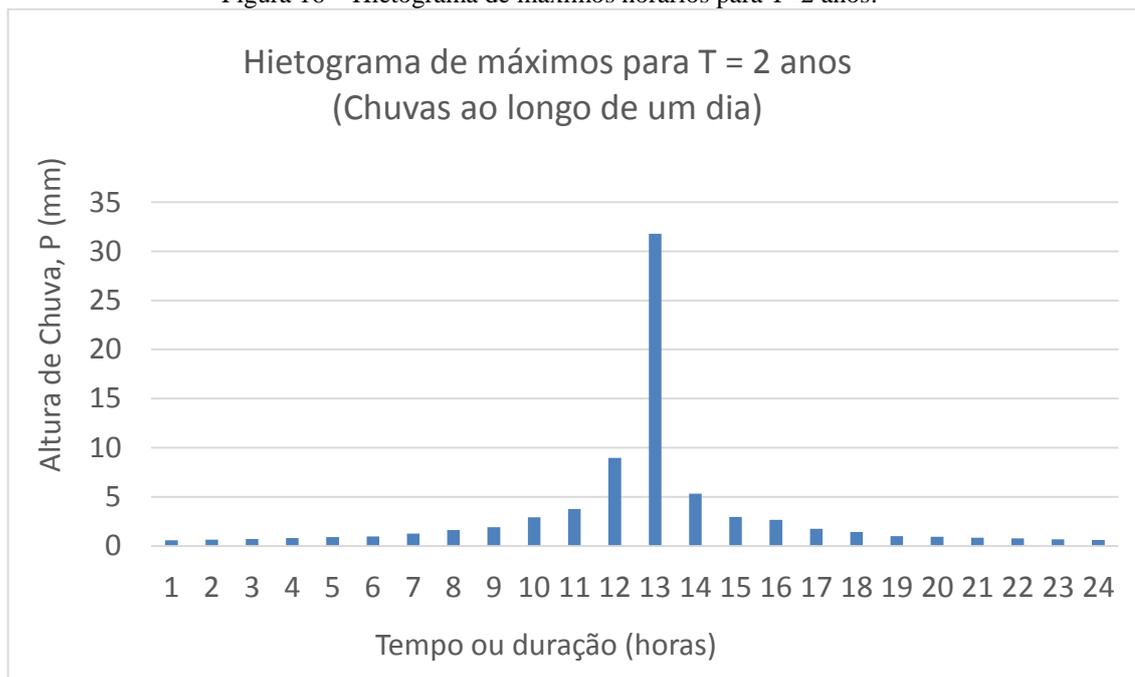


Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2017.

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

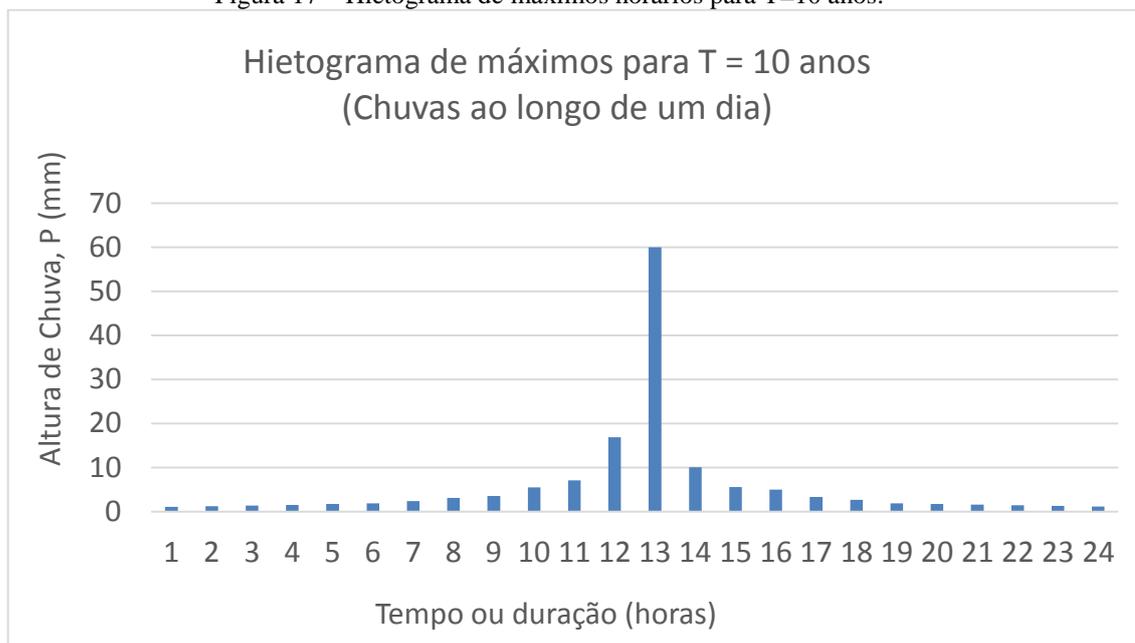
A Figura 16, Figura 17 e Figura 18 apresentam os hietogramas críticos para projetos e estudos hidrológicos para as durações de até 24 horas para os tempos de retorno de 2, 10 e 25 anos. A chuva máxima de 24 horas contempla todas as chuvas máximas inferiores a 24 horas.

Figura 16 – Hietograma de máximos horários para T=2 anos.



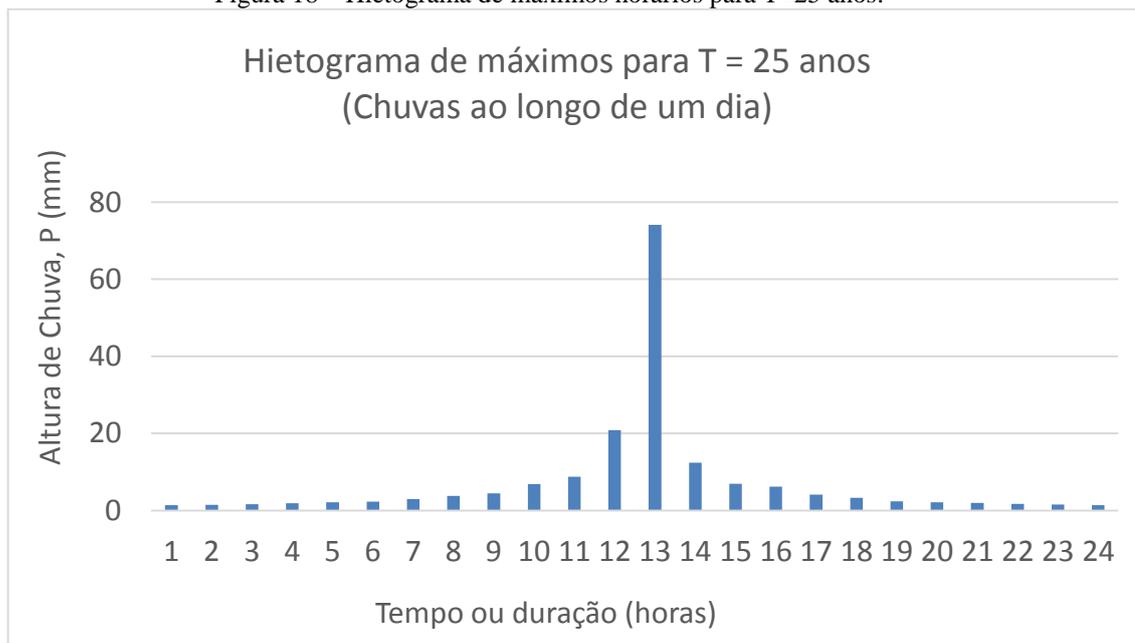
Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2017.

Figura 17 – Hietograma de máximos horários para T=10 anos.



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2017.

Figura 18 – Hietograma de máximos horários para T=25 anos.



Fonte: Equipe de apoio técnico UFRN, 2017.

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 Bom Jesus apresenta alguns problemas que dificultam o atendimento da demanda atual pelo serviço, tais como áreas de alagamento em vias urbanas, ligações de esgoto na rede de drenagem, carreamento de resíduos para as lagoas naturais, ausência de pavimentação em várias ruas da zona urbana e na zona rural, entre outros.

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

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

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

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

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

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

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

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

- Dissipadores de energia: são dispositivos destinados a dissipar energia do fluxo d'água, reduzindo, conseqüentemente, a sua velocidade no deságue no terreno natural.
- Bacia de retenção: consiste em um tanque com espelho d'água permanente, construído com os objetivos de reduzir o volume das enxurradas, sedimentar cerca de 80% dos sólidos em suspensão e promover o controle biológico dos nutrientes (CANHOLI, 2005).

- Bacia de retenção e infiltração: construídos com os objetivos de reduzir o volume das enxurradas, sedimentar cerca de 80% dos sólidos em suspensão, promover o controle biológico dos nutrientes e infiltrar parcela considerada das águas que nela chegam, recarregando inclusive o lençol freático.
- Recuperação e preservação da mata ciliar: entende-se por mata ciliar aquela que margeia as nascentes e os cursos de água. Essa vegetação marginal auxilia a manutenção da qualidade da água, estabilidade dos solos, regularização dos ciclos hidrológicos, conservação da biodiversidade e protege os rios do assoreamento, funcionando como obstáculo aos sedimentos.

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

- Implantar equipe de fiscalização e manutenção preventiva e periódica das estruturas do sistema de drenagem ou estabelecer programas para desassorear, limpar e manter desobstruídos os cursos d'água, os canais e as galerias do sistema de drenagem;
- Realizar a revitalização da área de preservação permanente de todos os cursos d'água que possuem o seu leito natural;
- Construir bacias de retenção e infiltração nos talwegues 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 carreados pelas chuvas chegando a córregos, rios e bocas de lobo, impedindo ou dificultando a passagem de água por esses locais e causando o assoreamento de valas, canais, sistemas de microdrenagem, bem como poluição e disseminação de vetores causadores de doenças.

Além disso, são comuns situações de ocorrência de presença de folhas, galhos e rejeitos diversos localizados junto às sarjetas que acabam sendo depositados nas redes de microdrenagem.

Como medida de controle de tais situações deve-se elaborar um cronograma efetivo e com abrangência significativa para que os sistemas de microdrenagem e macrodrenagem não sejam interferidos negativamente pela 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.

A Tabela 63 resume as principais características das medidas de controle de escoamento na fonte apresentadas anteriormente. Destaca-se que não é possível a padronização das intervenções, sendo necessário adequá-las à realidade local do município. A análise das características físicas, das condições de ocupação de cada bacia e da infraestrutura de drenagem existente permitirá a indicação e o detalhamento de medidas e ações específicas para cada realidade, no que diz respeito ao controle dos espaços das águas e dos impactos no sistema de drenagem dessas bacias.

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

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

Fonte: TUCCI e BERTONI, 2003.

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

- Bacias de retenção a fim de reter o volume temporariamente, amortecendo o escoamento superficial;
- Valas de infiltração para reduzir a velocidade do escoamento e promover a infiltração;
- Pavimento permeável para armazenar a água temporariamente no solo e promover a infiltração.

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, cicloviárias, caminhos para pedestres, arborização paisagística, entre outros exemplos.

Limpeza e Manutenção

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

A manutenção dos fundos de vale, principalmente após os períodos de precipitações, é de grande importância na preservação de tais localidades, procurando manter as características naturais de escoamento das águas. Uma equipe de funcionários deve verificar a necessidade e a urgência de cada fundo de vale e efetuar a limpeza dos resíduos e sedimentos que são carregados pelo escoamento e ficam depositados, provocando mau cheiro, proliferação de vetores e alagamentos.

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

- Remoção e reassentamento de famílias que moram em áreas ribeirinhas irregularmente e desapropriação de áreas e imóveis particulares em áreas sujeitas à inundação;
- Recuperação e revitalização de áreas ribeiras e das matas ciliares ao longo de cursos d'água naturais;



- Na impossibilidade da recuperação das matas ciliares, adotar adequados materiais de revestimento e estabilização de leito e margens, reduzindo os processos erosivos de modo a influenciar o mínimo possível no regime hidráulico e hidrológico original;
- Identificação de áreas de restrição de ocupação em fundos de vale, com vistas à proteção de ecossistemas e redução dos riscos causados por inundações;
- Desenvolvimento de instrumentos legais para regulamentação de soluções em drenagem pluvial.

Dessa forma, para o município de Bom Jesus, considerando suas características topográficas, sugerem-se as seguintes soluções a serem adotadas como diretrizes para o tratamento de fundos de vale:

- Implantar parques lineares, nas áreas ao redor das lagoas naturais e na margem urbanizada do Rio Jundiá;
- Planejar a recuperação e revitalização das áreas ribeirinhas e das matas ciliares ao longo dos cursos d'água naturais;
- Implantar programa de limpeza e manutenção regulares das áreas de fundo de vale;
- Implantar um programa de educação ambiental junto à comunidade, de forma a sensibilizá-la para a necessidade de conservação da drenagem e dos recursos hídricos e informá-la a respeito dos possíveis impactos na vida de cada um.

Deste modo, considerando os aspectos observados no diagnóstico, bem como de acordo com o discutido neste estudo, recomenda-se as seguintes intervenções listadas na Tabela 64 e na Tabela 65 para a Zona Rural do município de Bom Jesus.

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

Zona Urbana			
Componentes da Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Áreas de risco	1. Mapeamento das áreas de risco.	1. Realizar o mapeamento e caracterização das áreas de risco; 2. Realizar o cadastramento das moradias e moradores estabelecidos nas áreas de risco; 3. Elaborar estudo para proceder à desapropriação e relocação das dos moradores e imóveis particulares existentes nas áreas de riscos; 4. Implantar programas de acompanhamento psicossocial da população realocada.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Curto prazo (até 2025) 4. Longo prazo (até 2037)
Infraestrutura existente	1. Cadastro atualizado da infraestrutura de drenagem; 2. Elementos da drenagem adequados e suficientes, para o atendimento das vias públicas; 3. Manutenção regular do sistema de drenagem existente.	1. Realizar cadastro detalhado da infraestrutura de drenagem do município; 2. Avaliar a eficiência dos elementos da microdrenagem; 3. Ampliar o sistema e serviços de drenagem existentes; 4. Planejar e realizar a limpeza e manutenção do sistema de drenagem.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Curto prazo (até 2025) 4. Imediato (até 2021)
Pavimentação	1. 100% das ruas pavimentadas na sede.	1. Implementar pavimentação permeável nas ruas sem pavimento	1. Curto prazo (até 2025)
Medidas de controle para o assoreamento de cursos d'água e de bacias de retenção	1. Controle de assoreamento de cursos d'água e de bacias de retenção.	1. Planejar a recuperação e revitalização de áreas ribeiras e das matas ciliares ao longo de cursos d'água naturais; 2. Implantar parques lineares 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. Controle do descarte de resíduos nas vias públicas e nos corpos d'água	1. Implantação das ações previstas no Plano Intermunicipal de Resíduos Sólidos da Região Agreste.	1. Imediato (até 2021)
Diretrizes de controle do escoamento na fonte	1. Implantação de diretrizes de controle de escoamento na fonte.	1. Aprovação de instrumentos legais que estabeleçam diretrizes de controle de escoamento na fonte; 2. Estabelecer padrões para criação de áreas de	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Imediato (até 2021)

Zona Urbana			
Componentes da Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
		infiltrações nos terrenos públicos e privados; 3. Estabelecer critérios para implantação de medidas de controle que asseguram as condições de qualidade da água.	
Diretrizes para o tratamento de fundos de vale	1. Implantação de diretrizes para o tratamento de fundos de vale	1. Aprovação de instrumentos legais que estabeleçam diretrizes de para o tratamento de fundos de vale; 2. Realizar mapeamento e caracterização das áreas de restrição de ocupação em fundos de vale; 3. Realizar a limpeza e manutenção dos fundos de vale regularmente de forma planejada.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Imediato (até 2021)

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

Tabela 65 - 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 Rural			
Componentes da Infraestrutura de Drenagem de Águas Pluviais	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Áreas de risco	1. Mapeamento pontos críticos com de risco de alagamento	1. Realizar o mapeamento e caracterização 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	1. Implantação de infraestrutura de drenagem que atenda as comunidades rurais em 100%	1. Realizar estudo para verificar a necessidade e viabilidade da implementação de elementos de drenagem nas comunidades rurais.	1. Imediato (até 2021)
Pavimentação	1. Implantação de pavimentação na área central das comunidades rurais, atentando para a drenagem local.	1. Implementar pavimentação permeável na área central das comunidade.	1. Curto prazo (até 2025)
Medidas de controle para o assoreamento de cursos d'água e de bacias de detenção	1. Implantação de medidas de controle de assoreamento de cursos d'água e de bacias de detenção	1. Planejar a recuperação das matas ciliares ao longo dos cursos d'água naturais.	1. Curto prazo (até 2025)
Medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos sólidos no corpo d'água	1. Eliminar o descarte de resíduos diretamente nos corpos d'água.	1. Realizar coleta de resíduos regularmente; 2. Promover ações de educação ambiental que estimulem a população a colaborar com a coleta e evitar a poluição dos corpos d'água.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021)
Diretrizes para o tratamento de fundos de vale	1. Implantação de diretrizes para o tratamento de fundos de vale.	1. Aprovação de instrumentos legais que estabeleçam diretrizes de para o tratamento de fundos de vale; 2. Realizar mapeamento e caracterização das áreas de restrição de ocupação em fundos de vale; 3. Realizar a limpeza e manutenção dos fundos de vale regularmente de forma planejada.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021) 3. Imediato (até 2021)

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB

Prospectiva e Planejamento Estratégico



Destaca-se ainda a necessidade de em ocasião da revisão do PMSB reavaliar as alternativas técnicas adotadas, uma vez que haverá condições de realizar uma avaliação mais minuciosa acerca da eficiência do sistema planejado e instalado até o momento de cada revisão.

4.5.5 Previsão de eventos de emergência e contingência

A falta de sistema de drenagem ou a existência de sistemas subdimensionados ou ainda a falta de manutenção em redes, galerias e bocas de lobo constituem-se em elementos normalmente responsáveis pelas condições de alagamentos em situações de chuvas intensas e que acarretam perdas materiais significativas à população, além de riscos quanto à salubridade.

Nesse sentido, os principais eventos emergenciais e suas respectivas origens previstas com relação à drenagem urbana e manejo das águas das chuvas estão descritos na Tabela 66.

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

Evento	Origem Possível
Alagamentos localizados	4. Boca de lobo e ramal assoreado e/ou entupido; 5. Deficiência de escoamento da água pluvial na boca de lobo; 6. Inexistência ou ineficiência de rede de drenagem urbana; 7. Assoreamento do córrego; 8. Ações de vandalismo.
Eventos de processos erosivos	1. Inexistência ou ineficiência de rede de drenagem urbana; 2. Inexistência ou ineficiência de dissipadores de energia; 3. Inexistência de APP/áreas protegidas.
Eventos de mau cheiro na rede pluvial e entupimentos	1. Interligações irregulares de esgoto nas galerias pluviais; 2. Resíduos lançados nas bocas de lobo; 3. Ineficiência da limpeza das bocas de lobo.
Eventos extremos	1. Destruição de moradias por inundações/alagamentos; 2. População desabrigada.

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.



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 do Mato Grande do Estado do Rio Grande do Norte (PIRS – Mato Grande/RN), de 2016, fornece a composição gravimétrica de resíduos sólidos para o Município de Bom Jesus, a partir dela é possível observar o percentual em peso por tipo de resíduos sólidos em relação ao total da amostra, dos quais 25% se refere a resíduos recicláveis, 42,86% a matéria orgânica, e, 9,52% a rejeitos. Ressalta-se que na nova proposta de regionalização do Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, o



município de Bom Jesus deixa de fazer parte da Região Mato Grande e passa a ser inserido no agrupamento Agreste, que contém 40 municípios do RN.

A média de geração diária de resíduos sólidos urbanos diagnosticada para o município é de 4.969,38 kg/dia. A geração per capita de resíduos sólidos urbanos do município é de 0,69 kg/hab.dia. É importante considerar também a média regional (Mato Grande) e estadual que são 0,75 kg/hab.dia e 0,74 kg/hab.dia, respectivamente (RIO GRANDE DO NORTE, 2015).

Observando-se a média regional e estadual percebe-se uma convergência de redução da geração de resíduos, caso siga a tendência dos municípios similares. Para cumprir as diretrizes da PNRS, as quais indicam a necessidade de reduzir a produção e aumentar a destinação adequada dos resíduos sólidos gerados, para o Município de Bom Jesus será adotada a regressão de 1% ao ano na geração. Foi estimado ainda meta de ampliação progressiva de cobertura da coleta seletiva em 10% ao ano, nos 4 primeiros anos, e de 7% ao ano até alcançar 100%, nos demais anos. Estas metas precisam ser reavaliadas nas revisões do PMSB. Foi considerado, neste cenário, que 75% do resíduo sólido coletado de forma seletiva estará passível de ser reintroduzido na cadeia de produção, o que deixa 25% do volume com destinação necessária em aterro sanitário.

Atualmente todo o resíduo sólido urbano coletado tem sua disposição final realizada em um lixão, fato que vai de encontro com as prerrogativas da PNRS, deste modo, é necessária uma ação de prazo imediato para consolidar o consorciamento do município de forma a viabilizar a destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos, conforme cenários propostos em estudo realizado no Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PEGIRS).

Na Tabela 67 é apresentada projeção do cenário acima proposto para a geração e destinação final dos resíduos sólidos para o Município de Bom Jesus. É possível observar o benefício das metas de redução de geração, aumento da cobertura e destinação adequada dos resíduos passíveis de reciclagem e compostagem, pelo qual percebe-se a redução dos resíduos enviados para disposição final como rejeitos, mesmo com a projeção populacional integrada ao estudo.

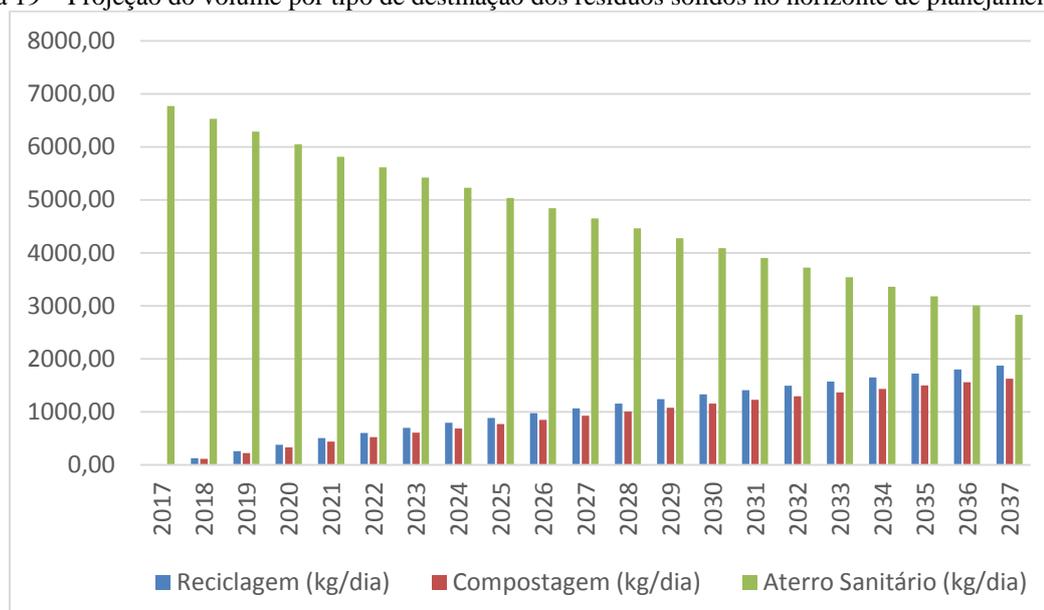
Tabela 67 – Projeção do cenário para a geração e destinação final dos resíduos sólidos para a Zona Urbana do Município de Bom Jesus.

ANO	POPULAÇÃO URBANA												
	Recicláveis	25%	Matéria Orgânica	43%	Índice de recuperação dos recicláveis	75%	Cobertura da Coleta		Destinação ambientalmente adequada				
	População (hab)	Geração						Convencional (%)	Seletiva (%)	Reciclagem (kg/dia)	Passíveis de recuperação para reciclagem	Compostagem (kg/dia)	Aterro Sanitário (kg/dia)
Per capita (kg/hab.dia)		Total Diária (kg/dia)	Total Anual (ton/ano)	Recicláveis (kg/dia)	Matéria Orgânica (kg/dia)	Rejeito (kg/dia)							
2017	7202	0,69	4969,38	1813,82	1242,35	2129,88	1597,16	100%	0%	0,00	0,00	0,00	1597,16
2018	7238	0,69	4994,22	1822,89	1248,56	2140,52	1605,14	100%	10%	124,86	93,64	214,05	1636,36
2019	7272	0,69	5017,68	1831,45	1254,42	2150,58	1612,68	100%	20%	250,88	188,16	430,12	1675,40
2020	7305	0,69	5040,45	1839,76	1260,11	2160,34	1620,00	100%	30%	378,03	283,53	648,10	1714,51
2021	7336	0,69	5061,84	1847,57	1265,46	2169,50	1626,88	100%	40%	506,18	379,64	867,80	1753,42
2022	7367	0,69	5083,23	1855,38	1270,81	2178,67	1633,75	100%	47%	597,28	447,96	1023,98	1783,07
2023	7396	0,69	5103,24	1862,68	1275,81	2187,25	1640,18	100%	54%	688,94	516,70	1181,11	1812,42
2024	7424	0,69	5122,56	1869,73	1280,64	2195,53	1646,39	100%	61%	781,19	585,89	1339,27	1841,69
2025	7450	0,69	5140,50	1876,28	1285,13	2203,22	1652,16	100%	68%	873,89	655,41	1498,19	1870,63
2026	7475	0,69	5157,75	1882,58	1289,44	2210,61	1657,70	100%	75%	967,08	725,31	1657,96	1899,47
2027	7498	0,69	5173,62	1888,37	1293,41	2217,41	1662,80	100%	82%	1060,59	795,44	1818,28	1927,95
2028	7520	0,69	5188,80	1893,91	1297,20	2223,92	1667,68	100%	89%	1154,51	865,88	1979,29	1956,31
2029	7541	0,69	5203,29	1899,20	1300,82	2230,13	1672,34	100%	96%	1248,79	936,59	2140,92	1984,53
2030	7559	0,69	5215,71	1903,73	1303,93	2235,45	1676,33	100%	100%	1303,93	977,95	2235,45	2002,31
2031	7574	0,69	5226,06	1907,51	1306,52	2239,89	1679,66	100%	100%	1306,52	979,89	2239,89	2006,28
2032	7586	0,69	5234,34	1910,53	1308,59	2243,44	1682,32	100%	100%	1308,59	981,44	2243,44	2009,46
2033	7596	0,69	5241,24	1913,05	1310,31	2246,40	1684,53	100%	100%	1310,31	982,73	2246,40	2012,11
2034	7604	0,69	5246,76	1915,07	1311,69	2248,76	1686,31	100%	100%	1311,69	983,77	2248,76	2014,23
2035	7610	0,69	5250,90	1916,58	1312,73	2250,54	1687,64	100%	100%	1312,73	984,54	2250,54	2015,82
2036	7614	0,69	5253,66	1917,59	1313,42	2251,72	1688,53	100%	100%	1313,42	985,06	2251,72	2016,88
2037	7616	0,69	5255,04	1918,09	1313,76	2252,31	1688,97	100%	100%	1313,76	985,32	2252,31	2017,41

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

Na Figura 19 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 19 – Projeção do volume por tipo de destinação dos resíduos sólidos no horizonte de planejamento.



Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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 68 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 68 – Projeção do cenário para a geração de resíduos sólidos para a Zona Rural do Município de Bom Jesus.

TIPO DE LOCALIDADE	POPULAÇÃO RURAL				
	Localidade	População (hab)	Geração		
			Per capita (kg/hab.dia)	Total Diária (kg/dia)	Total Anual (ton/ano)
AGLOMERADAS	Sítio Vinte e Nove	145	0,44	63,80	23,29
	Sítio Grossos	524	0,44	230,56	84,15
DISPERSAS	Sítio Lagoa do Mel	565	0,44	248,60	90,74
	Sítio Santa Catarina	372	0,44	163,68	59,74
	Sítio Muquem	351	0,44	154,44	56,37
	Sítio Lameiro	36	0,44	15,84	5,78
	Sítio Riacho Fundo	57	0,44	25,08	9,15
	Sítio Tanques	84	0,44	36,96	13,49
	Sítio Piabas	248	0,44	109,12	39,83
	Sítio Maleitas	149	0,44	65,56	23,93
	Sítio Capim	454	0,44	199,76	72,91
	Sítio Lagoa dos Bezerros	207	0,44	91,08	33,24
	Sítio Passagem Comprida	182	0,44	80,08	29,23
	Sítio Pavilhão	96	0,44	42,24	15,42

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

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

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

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

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

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

Para a cobrança pelos serviços prestados pelo município, referentes à limpeza pública e manejo de resíduos sólidos é possível se optar por uma das duas formas disponíveis: taxa ou tarifa. De forma resumida, a diferença entre elas, consiste em que a taxa é um tributo que tem como fato gerador a utilização, efetiva ou potencial, de serviço público específico e divisível, prestado ao contribuinte ou posto 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 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 69 – Cálculo de Taxa para Resíduos Sólidos Urbanos.

Cálculo de Taxa para Resíduos Sólidos Urbanos				
A	População (hab) :		Equação adotada	Observações
B	Economias:			
C	Geração de resíduos domésticos (kg/hab.dia)			
D	Geração da cidade (ton/mês)	0,00	$(A \times C / 1000) \times 30$	
E	Investimento em Coleta Convencional (R\$):			caminhões, unidades de transbordo, caçambas etc
F	Investimentos em Coleta Seletiva e Tratamento (R\$):			LEVs, PEVs, veículos coletores para catadores etc
G	Investimentos em Disposição Final (R\$):			aterro sanitário
H	Repasse não oneroso da União ou Estado para Resíduos Sólidos (R\$)			convênios ou contratos de repasse
I	Valor total dos investimentos (R\$) :	0,00	$E + F + G - H$	
J	Operação da Coleta Convencional (R\$/mês):			combustível, mão-de-obra, EPI, manutenção etc
K	Operação da Coleta Seletiva e Tratamento (R\$/mês):			água, luz, EPI, manutenção, combustível, mão-de-obra etc
L	Operação da Disposição Final (R\$/mês):			água, luz, EPI, manutenção, combustível, mão-de-obra etc
M	Resíduos da Coleta Convencional (%)			soma tem que ser 100%
N	Resíduos da Coleta Seletiva (%)			
O	Operação da Coleta Convencional (R\$/ton):	0,00	$J \backslash (D \times M)$	cálculo para efeito de comparação com custos de outros municípios
P	Operação da Coleta Seletiva e Tratamento (R\$/ton):	0,00	$K \backslash (D \times N)$	cálculo para efeito de comparação com custos de outros municípios
Q	Operação da Disposição Final (R\$/ton):	0,00	$L \backslash (D \times M)$	cálculo para efeito de comparação com custos de outros municípios
R	Custo operacional total (R\$/mês)	0,00	$J + K + L$	
S	Prazo de pagamento (anos)			deve ser menor do que a vida útil do sistema
T	Taxa de financiamento do investimento (mensal - %)			juros + inflação
U	Pagamento do financiamento - investimentos (R\$/mês)	0,00	$I \times T / \{ 1 - [1 / (1 + T) ^ { (12 \times S) }] \}$	método de prestações fixas
V	Valor da taxa (R\$/economia.mês)	0,00	$(R + U) / B$	cobrança mensal de cada economia
W	Faturamento (R\$ /mês)	0,00	$V \times B$	

Fonte: Adaptado Ministério do Meio Ambiente (2013).

4.6.3 Regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos

Estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos, de acordo com o art. 20 da Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, regulamentada pelo Decreto nº. 7.404, de 23 de dezembro de 2010:

- I. os geradores de resíduos sólidos previstos nas alíneas “e”, “f”, “g” e “k” do inciso I do art. 13;
- II. os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que:
 - a) gerem resíduos perigosos;
 - b) gerem resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal;
- III. as empresas de construção civil, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama;
- IV. os responsáveis pelos terminais e outras instalações referidas na alínea “j” do inciso I do art. 13 e, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e, se couber, do SNVS, as empresas de transporte;
- V. os responsáveis por atividades agrossilvopastoris, se exigido pelo órgão competente do Sisnama, do SNVS ou do Suasa (BRASIL, 2010).

Portanto, é necessário instituir cobrança e fiscalização por responsabilidade do poder público municipal, em prazo imediato, dos geradores supracitados, para que os mesmos se responsabilizem e operacionalizem de forma correta o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados no Município de Bom Jesus.

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

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

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

Acondicionamento e Coleta (Lei nº 12.305, NBR 9.190 e NBR 12.980):

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

- Excluindo-se a possibilidade de acesso ao veículo coletor, a coleta deverá ser manual, nunca ultrapassando um percurso de 200 m além do último acesso.
- As execuções dos serviços de coleta deverão ser realizadas de segunda a sábado, inclusive feriados.
- Os coletores deverão usar uniformes, luvas, tênis, coletes refletivos, capas de chuva, bonés e outros eventuais vestuários de segurança.

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

- O transporte de resíduos deve ser realizado por meio de veículo e/ou equipamento adequado, obedecendo às regulamentações pertinentes. Durante o transporte, o resíduo deve estar protegido de intempéries ou exposição ao meio ambiente, assim como deve estar devidamente acondicionado para evitar o seu espalhamento na via pública.
- Os caminhões coletores deverão ser do tipo Veículo Coletor com Compactação e Veículo Coletor sem compactação, equipados com carroceria especial para coleta de lixo, dotado de sistema de descarga automática, com carregamento traseiro e dotado de suporte para pá e vassouras.
- Os caminhões coletores deverão possuir inscrições externas alusivas aos serviços prestados e obedecer aos dispositivos de segurança e padrões exigidos para tal.
- Os caminhões e demais equipamentos deverão ser adequados e suficientes para atendimento da contratação objeto, possuindo idade máxima de 10 anos.
- A descontaminação dos equipamentos de transporte, quando necessária, deve ser realizada em local adequado. Para o manuseio e destinação adequada de resíduos, deve ser verificada a classificação discriminada na ABNT NBR 10004/2004.
- Para o armazenamento de resíduos perigosos deve ser verificada a ABNT NBR 12235/1992, assim como o transporte de resíduos de serviços de saúde deve atender também às ABNT NBR 12807/1993, ABNT NBR 12808/1993, ABNT NBR 12809/1993 e ABNT NBR 12810/1993.

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

- Os resíduos advindos dos serviços em questão, se possível e preferencialmente, deverão ser beneficiados por meio dos processos de triagem, gravimetria, reciclagem e compostagem (considerar o processo de compostagem apenas para os resíduos orgânicos).

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

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

4.6.4 Critérios para pontos de apoio ao sistema de limpeza

Inúmeros problemas do sistema de limpeza urbana estão associados à insuficiência operacional da prestação dos serviços, esse fator muitas vezes é consequência da falta de definição de critérios nos diversos setores da área de planejamento como, por exemplo, no apoio à guarnição, centros de coleta voluntária, mensagens educativas para a área de planejamento em geral e para a população específica.

Como alternativa a esse cenário, é necessário desenvolver critérios para definição e utilização de pontos de apoio os quais devem considerar o fluxo de passagem diária de pessoas; a boa visualização do material de educação ambiental; a abrangência do maior número possível de pessoas; o local com pessoas instruídas a ajudar em caso de dúvidas da população; pontos estratégicos localizados dentro do município.

A seguir, serão apresentados critérios específicos para a implantação e operação de pontos de apoio ao sistema de limpeza urbana no Município de Bom Jesus, 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 Bom Jesus 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 Bom Jesus 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.

Neste estudo, o município de Bom Jesus estava inserido dentro da regionalização ou Agrupamento Territorial do Mato Grande, o qual dará suporte à formação do Consórcio Público de Resíduos Sólidos dessa região. Nesse agrupamento, composto por 26 municípios, está prevista a implantação de um aterro sanitário no município de João Câmara e duas estações de transbordo nos municípios de Parazinho e Touros.

No entanto, na nova proposta de regionalização do PEGIRS/RN, o município de Bom Jesus deixa de fazer parte da Região Mato Grande e passa a ser inserido no agrupamento Agreste. Este, por sua vez, é composto por 39 municípios e tem prevista a implantação de um aterro sanitário no município de Santo Antônio e cinco estações de transbordo nos municípios de Goianinha, São Paulo do Potengi, Canguaretama, São José de Mipibu e Monte Alegre.

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

Para universalização da prestação do serviço de Limpeza Pública e Manejo de Resíduos Sólidos é necessária a garantia da abrangência do serviço com cobertura de todo o território municipal e em qualidade satisfatória. Ficou bem 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 70 e na Tabela 71.

Tabela 70 - 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 Pública e Manejo de Resíduos Sólidos	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Coleta Convencional	1. Cobertura de 100% da Zona Urbana	1. Aumento da Cobertura para atingir 100% da Zona Urbana.	1. Imediato (até 2021)
Coleta Seletiva	1. Atender toda a população com coleta seletiva, atendendo a 100% da Zona Urbana.	1. Estudo para avaliar a 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 dos Resíduos	1. Disposição adequada em aterro sanitário.	1. Consolidar o consorciamento do município de forma a viabilizar a destinação final ambientalmente adequada; 2. Propor Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, para disposição final adequada destes.	1. Imediato (até 2021) 2. Imediato (até 2021)
Taxa para Resíduos Sólidos Urbanos	1. Adotar taxa condizente com as necessidades do serviço.	1. Realização de estudo para analisar possibilidade de cobrança na taxa para execução do serviço.	1. Imediato (até 2021)

Fonte: Comitê executivo PMSB de Bom Jesus, 2017.

Tabela 71 - 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 Pública e Manejo de Resíduos Sólidos	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
Coleta Convencional	1. Cobertura de 100% da Zona Rural.	1. Implantar Coleta Convencional em toda Zona Rural	1. Imediato (até 2021)
Coleta Seletiva	1. Atender toda a população com coleta seletiva, atendendo a 100% da Zona Rural.	1. Estudo para avaliar melhor forma de Coleta Seletiva; 2. Implantar Coleta Seletiva com cobertura de 100% na Zona Rural; 3. Realizar ações de Educação Sanitária e	1. Imediato (até 2021) 2. Médio Prazo (até 2029) 3. Imediato (até 2021)

Zona Rural			
Componente do Sistema de Limpeza Pública e Manejo de Resíduos Sólidos	Cenário Prognosticado	Intervenção	Meta
		ambiental para a população, para a prática de separação de resíduos; 4. Propor formação de cooperativas/associação de catadores	4. Imediato (até 2021)
Disposição Final dos Resíduos	1. Disposição adequada em aterro sanitário.	1. Consolidar o consorciamento do município de forma a viabilizar a destinação final ambientalmente adequada; 2. Ação de sensibilização da população do meio rural, 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. Adotar taxa condizente com as necessidades 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 de Bom Jesus, 2017.

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 Bom Jesus, estão descritos na Tabela 72.

Tabela 72 - Principais eventos que possam desencadear situações de emergência e contingência para o sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos.

Evento	Origem Possível
Paralisação do serviço de varrição pública ou de Capina	1. Greve da empresa responsável pelo serviço ou de funcionários/servidores; 2. Veículos com defeitos; 3. Ausência de instrumentos de trabalho.
Paralisação do sistema de coleta domiciliar, de construção civil, de serviço de saúde ou seletiva.	1. Greve geral da empresa responsável pela coleta; 2. Avaria ou Falha mecânica nos veículos de coleta.
Paralisação da operação do aterro sanitário	1. Greve geral; 2. Interdição ou embargo por algum órgão fiscalizador; 3. Esgotamento da área de disposição;



Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB

Prospectiva e Planejamento Estratégico



	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 de Bom Jesus, 2017.



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: Congreso Nacional Del Agua, 1998, Santa Fé. **Anais**. Santa Fé: Facultad de Ingenieria y Ciencias Hidricas de la Universidad Nacional del Litoral, v.2, p. 248-257, 1998.

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

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

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

BRASIL. Ministério das Cidades. **Plano nacional de saneamento básico**. Brasília: Midades, 2013.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília. DOU de 3 de agosto de 2010.

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

BRASIL. **Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005**. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. Publicada no DOU de 7 de abril de 2005.



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

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

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

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

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

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

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

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

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

IGARN. **IGARN divulga relatório volumétrico dos principais reservatórios do Estado.** 2017. Disponível em: <
<http://www.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=158062&ACT=&PAGE=&PARM=&LBL=NOT%2DCDCIA>>. 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.** *Téchne*. 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.** 4^a 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.** 2^a ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.



APÊNDICE A – Relatório da Participação Social