



**ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE SANEAMENTO BÁSICO
E GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

**PROGNÓSTICOS E ALTERNATIVAS PARA A
UNIVERSALIZAÇÃO, CONDICIONANTES,
DIRETRIZES, OBJETIVOS E METAS**



**Iúna-ES
2017**

EXECUÇÃO



LAGESA

**LABORATÓRIO DE GESTÃO DO
SANEAMENTO AMBIENTAL**

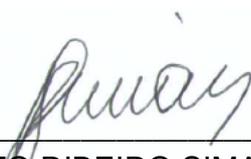
REALIZAÇÃO

*GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria de Saneamento, Habitação
e Desenvolvimento Urbano*



APRESENTAÇÃO

O presente documento é parte constitutiva das etapas para a Elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMSB/PMGIRS) e refere-se à versão Preliminar dos Prognósticos e Alternativas para a Universalização, Condicionantes, Diretrizes, Objetivos e Metas propostas para a elaboração dos referidos planos para os municípios de Alegre, Castelo, Conceição da Barra, Domingos Martins, Iúna, Jaguaré, Marataízes, Muniz Freire, Nova Venécia, Pinheiros e Sooretama.



RENATO RIBEIRO SIMAN
COORDENADOR DO PROJETO

PREFEITURA MUNICIPAL DE IÚNA

Prefeito

Weliton Virgilio Pereira

Vice - Prefeito

José Uledir Tiengo

GRUPO DE TRABALHO (GT)

Comitê Técnico Executivo

Ana Alice Amorim Oliveira - Diretora de Meio Ambiente e Proteção Ambiental

Adenilson Loura de Oliveira – Coordenador de Turma

Danilo Soares Miranda - Fiscal

Comitê Consultivo

Geonildo Silva Stuckin – Coord. Setor de Reparação

Marcelo Mendes Rodrigues - Desenhista

Erivelton Alexandre de Moraes - Engenheiro Agrimensor

Ana Karoline Jordão Rodrigues – Assessora de Procurador Municipal

EQUIPE TÉCNICA DE CONSULTORES**Coordenador Geral**

Renato Ribeiro Siman – DSc. Hidráulica e Saneamento Básico

Coordenação Técnica

Daniel Rigo – DSc. Engenharia Oceânica

Gerenciamento do Projeto

Renato Meira de Sousa Dutra – Msc. Engenharia e Desenvolvimento Sustentável

Consultores

Dimaghi Schwamback – Técnico Agrícola

Diogo Costa Buarque – DSc. Recursos Hídricos

Ednilson Silva Felipe – DSc. Economia da Indústria e da Tecnologia

Maria Cláudia Lima Couto – MSc. Engenharia Ambiental

Maria Helena Elpídio Abreu – DSc. Educação

Orlindo Francisco Borges – MSc. Ciências Jurídico-ambientais

Equipe de Apoio

Alonso De Carli Moro – Estagiário Administração

André Luiz de Oliveira – DSc. Geografia

Angelo José Saviatto Filho – Estagiário de Economia

Antony Fabre – Engenheiro Sanitário e Ambiental

Carolina Wassem Galvão – Estagiária Engenharia Ambiental

Clarice Menezes Vieira – DSc. Economia

Gessica Brunhara – Estagiária Engenharia Ambiental

Igor Mielke Onofre – Estagiário Engenharia Ambiental

Jessica Luiza Nogueira Zon – Engenheira Ambiental

Jorge Luiz dos Santos Jr – DSc. Ciências Sociais

Julia Reis Schimidt – Estagiária Engenharia Ambiental

Juliana Carneiro Botelho – Assistente Social

Layara Moreira Calixto – Estagiária Engenharia Ambiental

Luana Lavagnoli Moreira – Engenheira Ambiental

Marcus Camilo Dalvi Garcia – Msc. Engenharia e Desenvolvimento Sustentável

Maria Bernadete Biccias – MSc. Engenharia Ambiental

Mariana Della Valentina – Estagiária Engenharia Ambiental

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 OBJETIVOS.....	9
3 DIRETRIZES GERAIS ABORDADAS.....	10
4 METODOLOGIA UTILIZADA NA REALIZAÇÃO DOS PROGNÓSTICOS E ALTERNATIVAS PARA A UNIVERSALIZAÇÃO, CONDICIONANTES, DIRETRIZES, OBJETIVOS E METAS.....	12
5 MODELO DE GESTÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO.....	14
5.1 POSSIBILIDADES DE MODELOS DE GESTÃO NO ÂMBITO DO SANEAMENTO BÁSICO MUNICIPAL	15
5.2 O STATUS QUO DA GESTÃO DO SANEAMENTO BÁSICO EM IÚNA	19
5.3 DEFINIÇÃO DE RESPONSABILIDADES DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO TRATADOS NO PMSB.....	21
5.4 PROPOSIÇÃO DE MODELO DE GESTÃO PARA O MUNICÍPIO.....	23
5.5 REFERÊNCIAS.....	30
6 MODELO DE FISCALIZAÇÃO E REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS LOCAIS DE SANEAMENTO BÁSICO	31
6.1 ASPECTOS INICIAIS.....	31
6.2 REGULAÇÃO: ALGUNS ELEMENTOS CONCEITUAIS	33
6.3 ELEMENTOS DA REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS SANEAMENTO BÁSICO E INTERFACE COM OUTROS ÓRGÃOS.....	35
6.4 O PLANEJAMENTO E A ATUAÇÃO DA AGÊNCIA REGULADORA.....	38
6.5 OPÇÕES DOS MUNICÍPIOS QUANTO A REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO AMBIENTAL.....	40
6.6 A PROBLEMÁTICA DA REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	43
6.7 AÇÃO DE FISCALIZAÇÃO: CONCEITOS E PROCEDIMENTOS	46
6.8 DO CONTROLE SOCIAL	47

6.9 REFERÊNCIAS.....	47
7 ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICO-FINANCEIRA DA PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS CONSIDERANDO OS CENÁRIOS DOS OBJETIVOS, METAS.....	48
8 PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA)	51
8.1 ESTIMATIVA DAS DEMANDAS POR SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO PARA TODO O PERÍODO DO PMSB	51
8.2 CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS E EVOLUÇÃO – PROSPECTIVA DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO – PPE	70
8.3 REFERÊNCIAS.....	96
9 PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO (SES).....	97
9.1 PROGNÓSTICO E ALTERNATIVAS PARA A UNIVERSALIZAÇÃO.....	97
9.2 CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS E EVOLUÇÃO – PROSPECTIVA DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO – PPE	112
9.3 REFERÊNCIAS.....	159
10 PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS (SLUMRS)	161
10.1 ESTIMATIVA DAS DEMANDAS POR SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO PARA TODO O PERÍODO DO PMSB	161
10.2 ALTERNATIVAS PARA O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS.....	197
10.3 REFERÊNCIAS.....	199
11 PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS E DRENAGEM URBANA (SDMAPU).....	200
11.1 ESTIMATIVA DAS DEMANDAS POR SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO PARA TODO O PERÍODO DO PMSB	200
11.2 ALTERNATIVAS PARA O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS.....	220
11.3 REFERÊNCIAS.....	223

12 CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS E EVOLUÇÃO – PROSPECTIVA DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO – PPE	224
12.1 NOTAS METODOLÓGICAS	224
12.2 SISTEMATIZAÇÃO DOS DIAGNÓSTICOS: PROBLEMAS E DESAFIOS, AVANÇOS E POTENCIALIDADES.....	227
12.3 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	228
12.4 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	234
12.5 SISTEMA DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS	237
12.6 SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	241
12.7 ASPECTOS DA MOBILIZAÇÃO SOCIAL.....	245
12.8 OBJETIVOS E METAS PRETENDIDAS COM A IMPLANTAÇÃO DO PMSB.....	248
12.9 DIRECIONADORES DE FUTURO	254
12.10 CENÁRIOS PROSPECTIVOS	256
12.11 REFERÊNCIAS.....	262
APÊNDICE A	263
APÊNDICE B	266
APÊNDICE C.....	269

1 INTRODUÇÃO

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) são instrumentos exigidos pelas Leis Federais nº 11.445/2007 (regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.217/2010) e nº 12.305/2010 (regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.404/2010) que instituíram, respectivamente, as Políticas Nacionais de Saneamento Básico e de Resíduos Sólidos. Suas implementações possibilitarão planejar as ações de Saneamento Básico dos municípios na direção da universalização do atendimento. Os PMSB, abrangerão os serviços de:

- Abastecimento de água;
- Esgotamento sanitário;
- Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e
- Manejo das águas pluviais e drenagem.

A partir do Acordo de Cooperação Técnica firmado entre a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) com a Associação dos Municípios do Estado do Espírito Santo (AMUNES) foi celebrado entre a UFES e a Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano (SEDURB) o Contrato de Prestação de Serviço nº 007/2015 assinado no dia 29 de novembro de 2013, fundamentado na dispensa de licitação, com base no art. 24, inciso VIII da Lei 8.666/1993. O objeto do referido contrato é a elaboração dos PMSB para os municípios de Alegre, Castelo, Conceição da Barra, Domingos Martins, Iúna, Jaguaré, Marataízes, Muniz Freire, Nova Venécia, Pinheiros e Sooretama.

2 OBJETIVOS

O presente Prognóstico tem por objetivo identificar, dimensionar, analisar e prever a implementação de alternativas de intervenção, visando o atendimento das demandas e prioridades da sociedade.

Esta etapa envolve a formulação de estratégias para alcançar os objetivos, diretrizes e metas definidas para o PMSB, incluindo a organização ou adequação das estruturas municipais para o planejamento, a prestação de serviço, a regulação, a fiscalização e o controle social, ou ainda, a assistência técnica e, quando for o caso, a promoção da gestão associada, via convênio de cooperação ou consórcio intermunicipal, para o desempenho de uma ou mais destas funções.

3 DIRETRIZES GERAIS ABORDADAS

As diretrizes do PMSB definidas na Lei 11.445/07 são:

- O PMSB é instrumento fundamental para implementação da Política Municipal de Saneamento Básico;
- O PMSB deverá fazer parte do desenvolvimento urbano e ambiental da cidade;
- O PMSB deverá ser desenvolvido para um horizonte temporal da ordem de vinte anos e ser revisado e atualizado a cada quatro anos. A promoção de ações de educação sanitária e ambiental como instrumento de sensibilização e conscientização da população deve ser realizada permanentemente;
- A participação e controle social devem ser assegurados na formulação e avaliação do PMSB;
- A disponibilidade dos serviços públicos de saneamento básico deve ser assegurada a toda população do município (urbana e rural).

As diretrizes para a elaboração do PGIRS definidas na Lei 12.305/10 são:

- Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- Poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental;
- Incumbe ao Distrito Federal e aos Municípios a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados nos respectivos territórios, sem prejuízo das competências de controle e fiscalização dos órgãos federais e estaduais do SISNAMA, do SNVS e do Suasa, bem como da responsabilidade do gerador pelo gerenciamento de resíduos, consoante o estabelecido nesta Lei 12.305/2010;
- A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios organizarão e manterão, de forma conjunta, o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), articulado com o SINIS e o SINIMA;

- Incumbe aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios fornecer ao órgão federal responsável pela coordenação do SINIR todas as informações necessárias sobre os resíduos sob sua esfera de competência, na forma e na periodicidade estabelecidas em regulamento.

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos pode estar inserido no Plano de Saneamento Básico previsto no art. 19 da Lei nº 11.445, de 2007, respeitado o conteúdo mínimo previsto nos incisos do caput e observado o disposto no § 2º, todos deste artigo.

4 METODOLOGIA UTILIZADA NA REALIZAÇÃO DOS PROGNÓSTICOS E ALTERNATIVAS PARA A UNIVERSALIZAÇÃO, CONDICIONANTES, DIRETRIZES, OBJETIVOS E METAS

É indiscutível a importância da fase de Diagnóstico da Situação do Saneamento Básico, no entanto, será na fase de Prognósticos e Alternativas para a Universalização, Condicionantes, Diretrizes, Objetivos e Metas onde serão efetivamente elaboradas as estratégias de atuação para melhoria das condições dos serviços saneamento para o município. A prospectiva estratégica requer um conjunto de técnicas sobre a resolução de problemas perante a complexidade, a incerteza, os riscos e os conflitos, devidamente caracterizados.

Os cenários da evolução dos sistemas de saneamento para o PMSB do município serão construídos para um horizonte de tempo de 20 anos. Com base nestes elementos e considerando outras condicionantes como ameaças e oportunidades, os cenários serão construídos configurando as seguintes situações: a tendência, a situação possível e a situação desejável.

A partir dos cenários admissíveis, serão propostos os objetivos gerais e específicos, a partir dos quais serão estabelecidos os planos de metas de emergência e contingência, de curto, médio e longo prazos para alcançá-los. As diretrizes, alternativas, objetivos e metas, programas e ações do PMSB contemplarão definições com o detalhamento adequado e suficiente para que seja possível formular os projetos técnicos e operacionais para a sua implementação.

Essas alternativas deverão ser discutidas e pactuadas a partir das reuniões de mobilização nas comunidades, levando em consideração critérios definidos, previamente, tais como:

- Atendimento ao objetivo principal;
- Custos de implantação;
- Impacto da medida quanto aos aspectos de salubridade ambiental;
- Além do grau de aceitação pela população.

A análise custo-efetividade é utilizada quando não é possível ou desejável considerar o valor monetário dos benefícios provenientes das alternativas em análise, comparando os custos de alternativas capazes de alcançar os mesmos

benefícios ou um dado objetivo. A análise custo-benefício fornece uma orientação à tomada de decisão quando se dispõe de várias alternativas diferentes, sob o critério de maior eficiência econômica entre os custos e benefícios estimados.

5 MODELO DE GESTÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO

No âmbito da elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) do Município de Luna, faz-se necessário refletir e apresentar soluções adequadas para a gestão dos serviços de Saneamento Básico, entendidos como o conjunto de serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais e drenagem.

Por “gestão dos serviços de saneamento básico” entende-se, segundo a Lei 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico, o planejamento, a regulação, a fiscalização e a prestação dos serviços. Neste capítulo serão discutidos os aspectos relacionados à prestação dos serviços de saneamento, enquanto o capítulo seguinte tratará do modelo de fiscalização e regulação que pode se aplicar a esses setores. Ao final do próximo capítulo, então, será proposto um modelo de gestão para o município, considerando todos os aspectos discutidos.

As demandas relacionadas aos serviços de saneamento básico são múltiplas, sendo frequentemente capitaneadas por grupos de interesse políticos, econômicos e setoriais diversos. Assim, faz-se necessário o fortalecimento institucional dos gestores para que a administração pública possa ser a instância de decisão acerca da alocação de recursos e da definição de suas políticas.

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) do Município de Luna almejam tornar-se os marcos efetivos do planejamento para o saneamento, sendo estabelecidas diretrizes, programas e ações que necessitam do desenvolvimento concomitante de mecanismos institucionais robustos capazes de operacionalizá-las. Estes mecanismos devem garantir o fortalecimento e a estruturação institucional específica para a viabilização dos Planos, sua adequação normativa e regularização legal dos sistemas, estruturação, desenvolvimento e aplicação de ferramentas operacionais e de planejamento.

A gestão dos serviços de saneamento básico coloca imensos desafios, especialmente institucionais e financeiros, na medida em que envolve a

cooperação de distintas organizações públicas, e destas com a sociedade civil. O fato de o PMSB e do PMGIRS estarem sendo desenvolvidos a partir de uma política em sintonia com um conjunto amplo de peças jurídicas ou programas e projetos já instituídos ou em execução em todas as esferas do poder público implica na necessidade de uma gestão que dialogue permanentemente com outros órgãos, entidades e autarquias direta ou indiretamente envolvidas com o saneamento básico, superando as eventuais discordâncias políticas.

Ao mesmo tempo, inúmeros debates vêm sendo travados em âmbito nacional acerca de alternativas de gestão dos serviços de saneamento básico, em virtude das dificuldades enfrentadas para a garantia da universalização dos serviços e de sua sustentabilidade ambiental¹. A gestão pode, se eficaz, potencializar os benefícios almejados com o sistema de saneamento. Porém, se ineficaz, acaba por restringir sobremaneira o acesso da população a tais serviços, além de criar dificuldades para que o sistema de saneamento funcione de forma eficiente.

5.1 POSSIBILIDADES DE MODELOS DE GESTÃO NO ÂMBITO DO SANEAMENTO BÁSICO MUNICIPAL

Sabe-se que não existe uma solução única para o modelo de gestão e que o principal desafio que se coloca está precisamente em analisar o contexto local como forma de traçar o modelo mais adequado. Além de ser necessário estudar e refletir, segundo a realidade local, para o desenho do modelo de gestão a ser adotado, deve-se prever mecanismos para que o mesmo seja dinâmico, dotado de um mínimo de flexibilidade para se ajustar a mudanças conjunturas locais e regionais, além de garantir mecanismos de participação e o controle social.

Lúna é um município de um pouco mais de 30 mil habitantes, como grande parte dos municípios brasileiros. Isso dificulta a criação de estruturas institucionais ou aquisição de recursos financeiros para organizar, isoladamente, uma gestão

¹ Ver, a respeito: JUSTO, 2004; LEONETI; PRADO; OLIVEIRA, 2011; LOUREIRO, 2009;

sustentável dos serviços de saneamento básico. Para esses municípios, o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) indica explicitamente que a cooperação, sobretudo por meio de consórcios públicos ou convênios de cooperação, é uma alternativa importante para a implementação de programas e desenvolvimento de projetos de saneamento. Vale destacar a possibilidade de se utilizar do ambiente cooperativo que vem sendo construído entre os municípios a partir de Programas governamentais, tais como o Programa Territórios Rurais e o Territórios da Cidadania.

No Brasil, o Programa Territórios Rurais foi responsável por inaugurar, de forma oficial, a promoção de políticas públicas com viés territorial e significou a consolidação de uma nova abordagem de desenvolvimento. Esse programa foi implantado em áreas economicamente mais deprimidas, com IDH inferior e com maior concentração de agricultores familiares, assentados, quilombolas e povos indígenas, priorizando as populações rurais historicamente alijadas das políticas de desenvolvimento.

Já o Programa Territórios da Cidadania é uma estratégia de desenvolvimento regional sustentável e garantia de direitos sociais voltado às regiões do país que mais precisam, com objetivo de levar o desenvolvimento econômico e universalizar os programas básicos de cidadania. Trabalha com base na integração das ações do Governo Federal e dos governos estaduais e municipais, em um plano desenvolvido em cada território, com a participação da sociedade. Em cada território, um Conselho Territorial composto pelas três esferas governamentais e pela sociedade determinará um plano de desenvolvimento e uma agenda pactuada de ações. São programas precedentes ao pertencente a Secretaria Especial de Agricultura e Desenvolvimento Agrário, ligada à Casa Civil (MDA, 2008)².

² MDA – Territórios da Cidadania – Brasil 2008 Disponível em <http://www.mda.gov.br/sitemda/sites/sitemda/files/ceazinepdf/3638408.pdf>. Acesso em 03 jun. 2017.

O Plansab indica que o Ministério do Meio Ambiente (MMA) tem apoiado estados e municípios brasileiros na elaboração de estudo de regionalização e formação de consórcios públicos intermunicipais ou interfederativos para gestão dos resíduos sólidos:

O MMA considera que a gestão associada, por razões de escala, possibilita aos pequenos municípios reduzir custos e, portanto, garantir a sustentabilidade quando comparado com o modelo atual, no qual os municípios manejam seus resíduos isoladamente. O ganho de escala esperado na geração de resíduos, conjugado à implantação da cobrança pela prestação do serviço, pode contribuir para a sustentabilidade econômica do consórcio e a manutenção de um corpo técnico qualificado.

No Espírito Santo foi constituído, na esteira da política estadual de resíduos sólidos, o Espírito Santo sem Lixão. Segundo a Sedurb (2017), o objetivo principal do Programa Espírito Santo sem Lixão é a erradicação dos lixões do território capixaba, por meio de sistemas regionais de destinação final adequada de resíduos sólidos urbanos (RSU), considerando também, neste contexto, a continuidade do funcionamento dos atuais sistemas que estão atendendo alguns municípios de forma sustentada e que foram implantados pela iniciativa privada.

O ES sem lixão se constitui de 03 consórcios intermunicipais e a estratégia de criação desses consórcios está ligada necessidade de obtenção de volume de RSD compatíveis com os custos de operação e manutenção do sistema com o objetivo de construção e gestão destes sistemas regionais de destinação final adequada dos RSD.

No que diz respeito aos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário, a formação de consórcios é indicada igualmente como alternativa para a prestação dos serviços, para compartilhamento de equipamentos e a racionalização da execução de tarefas com ganhos de escala e economia de recursos.

Em resumo, o Plansab estabeleceu explicitamente como orientação política para a gestão dos serviços de saneamento básico:

- O apoio a arranjos institucionais (...), estimulando sua organização segundo escalas espaciais ótimas, de forma a explorar as potencialidades da Lei de Consórcios Públicos.

- A promoção de política de incentivo à criação de parcerias público-Privada e consórcios, para a gestão, regulação, fiscalização e prestação dos serviços de saneamento básico.

Em termos dos distintos modelos de prestação de serviços públicos, a literatura agrupa-os em três grandes categorias: i) a prestação pública; ii) a prestação privada; e iii) a prestação comunitária ou autogestão (LOUREIRO, 2009).

No que diz respeito à prestação privada, a delegação da prestação de serviço público a ente privado requer o desenvolvimento prévio de uma estrutura institucional capaz de regular e fiscalizar a prestação do serviço. Os riscos associados a esta modalidade de prestação são múltiplos, entre os quais pode-se citar a excessiva exploração dos recursos naturais e a exclusão da população com baixa ou nenhuma capacidade de pagamento no acesso aos serviços. Os argumentos em geral associados favoravelmente a esta modalidade dizem respeito à maior capacidade de investimento e à maior eficiência da oferta do setor privado *via-à-vis* o público. Estudos apontam, porém, que as experiências brasileiras de privatização dos serviços de saneamento básicos não atenderam às expectativas relacionadas aqueles aspectos (FERNÁNDEZ, 2005; ZVEIBEL, 2003).

No caso do município de Lúna, invoca-se sua Lei orgânica, que estabelece princípios que buscam a inserção de parcelas da população de baixa renda, tratando-os como usuários com necessidade de atenção especial.

No que diz respeito à prestação pública, o conjunto de modalidades ou arranjos institucionais possíveis está apresentado no Quadro abaixo.

Quadro 5-1 - Conjunto de modalidades ou arranjos institucionais possíveis.

Modalidade	Descrição
Administração direta	O Poder Público presta os serviços pelos seus próprios órgãos em seu nome e sob sua responsabilidade por meio de secretarias, departamentos ou repartições da própria administração direta.
Autarquias Municipais	Entidades com personalidade jurídica de direito público, criada por lei específica, com patrimônio próprio, atribuições públicas específicas e autonomia administrativa, sob controle estadual ou municipal.
Empresas Públicas ou Companhias Municipais	Entidades paraestatais, criadas por lei, com personalidade jurídica de direito privado, com capital exclusivamente público.
Sociedade de Economia Mista e Companhias Estaduais	Entidade paraestatal, criada por lei, com capital público e privado, maioria pública nas ações, com direito a voto, gestão exclusivamente pública, com todos os dirigentes indicados pelo Poder Público.

Modalidade	Descrição
Gestão Associada	Convênios de cooperação e consórcios públicos: parcerias formadas por dois ou mais entes federados para realização de objetivos de interesse comum

Fonte: Adaptado de LOUREIRO (2009).

Finalmente, no que diz respeito à prestação comunitária, trata-se da prestação do serviço por entidade da sociedade civil organizada, sem fins lucrativos, à qual tenha sido delegada a administração dos serviços.

No que se refere aos municípios brasileiros, duas posições sobre a gestão de serviços de saneamento vêm polarizando os debates: (i) garantir a titularidade municipal e a autonomia na escolha do modelo de gestão a ser adotado; (ii) adotar a gestão regionalizada, com os municípios delegando a gestão as Companhias Estaduais de Saneamento.

Segundo BORJA e SILVA (2008), essas duas formas de gestão da prestação são as principais no que se refere especialmente aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. De forma secundária, encontra-se, especialmente em áreas rurais, a delegação a associações de moradores, ONGs ou cooperativas. A prestação ocorre através de Companhias Estaduais para a maioria dos municípios brasileiros. Os que não seguiram este modelo constituíram Serviços Autônomos de Água e Esgoto (ou outras autarquias) ou prestam diretamente os serviços, especialmente no que se refere ao esgotamento sanitário. Os serviços de drenagem das águas pluviais são prestados pelos municípios na maioria dos casos por administração direta. Já os serviços de limpeza pública têm diversos arranjos, como administração direta do Público, empresa privada ou empresa pública.

5.2 O STATUS QUO DA GESTÃO DO SANEAMENTO BÁSICO EM IÚNA

A gestão atual dos serviços de saneamento básico no município de Iúna no que diz respeito à execução dos serviços encontra-se em parte a cargo da Prefeitura, através da Secretaria de Infra-estrutura e Serviços Urbanos (SEINF), e em parte são realizados através de convênio ou concessão.

A gestão atual dos serviços de saneamento básico no município de Lúna no que diz respeito à execução dos serviços encontra-se centralizada especialmente na municipalidade, através da Secretaria Municipal de Obras, Serviços Urbanos e Infraestrutura, e de concessão à CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento. A CESAN presta os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Criada pela lei estadual nº 2.282 de 8 de fevereiro de 1967, é uma empresa de capital misto com sede em Vitória-ES..

A manutenção da rede de drenagem é executada pela Secretaria Municipal de Obras, Serviços Urbanos e Infraestrutura. Os serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos, por sua vez, são prestados em parte pela municipalidade, e em parte por empresas privadas, mediante contrato de prestação de serviços. Além desta estrutura geral de gestão outras iniciativas estão associadas a alguns serviços.

A Fundação Nacional de Saúde – Funasa, como órgão do Governo Federal responsável pela implementação de ações de saneamento em áreas rurais de todos os municípios brasileiros, atua em parceria com o Ministério da Saúde, ao qual compete a coordenação do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNRS), bem como a elaboração de um modelo conceitual em concordância com as especificidades dos territórios rurais. Aqui, vale chamar a atenção para a necessidade de fortalecimento das instâncias locais de autogerenciamento (as comunidades), já que o saneamento em áreas rurais é bastante crítico na maioria dos municípios brasileiros.

O governo do Estado do Espírito Santo também atua na gestão de alguns serviços de manejo de resíduos sólidos. A partir de 2005, com a organização do Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA), por meio da CURSUCC – Comissão Interna de Resíduos Sólidos Urbanos e da Construção Civil, o Espírito Santo inicia seus trabalhos a fim de regularizar as atividades de destinação final de resíduos nos municípios do Estado. A partir de 2008, por meio das secretarias de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano (SEDURB) e Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA), começou a ser implantado o Projeto *Espírito Santo Sem Lixão* com o objetivo principal de erradicar os lixões do território capixaba, por meio de sistemas regionais de destinação final adequada de resíduos sólidos urbanos (RSU).

Atualmente o IEMA, juntamente com o Ministério Público do Espírito Santo (MPES), firmaram Termos de Compromisso Ambiental (TCA) com diversos municípios do Estado com vistas a adequar a gestão de resíduos sólidos e recuperar os lixões existentes nos municípios que necessitam não somente serem desativados, como também serem recuperados ambientalmente.

Assim, como se pode notar, o modelo de prestação dos serviços de saneamento básico em Lúna envolve uma combinação de gestão pública municipal, através de convênio com autarquia (SAAE Itapemirim) ou de órgão da administração direta, e concessão de alguns serviços a empresas privadas contratadas, estando ausente soluções consorciadas.

5.3 DEFINIÇÃO DE RESPONSABILIDADES DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO TRATADOS NO PMSB

Para refletir sobre o modelo de gestão a ser adotado para a prestação dos serviços no município de Lúna, devem-se considerar como a legislação distribui as responsabilidades de planejamento, execução, regulação e fiscalização desses serviços.

A Lei Nacional de Saneamento Básico (11.445/2007) instituiu que cabe aos Municípios a titularidade da gestão dos serviços de saneamento básico, mas que a regulação, fiscalização e prestação destes são atribuições delegáveis, sendo indelegável o planejamento e a política aplicada a tais setores.

A Lei indica ainda como princípios fundamentais da gestão dos serviços de saneamento o controle social e a transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados. A Lei também estabelece que os serviços públicos devam ter a sustentabilidade assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços, indicando que podem 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.

Ao mesmo tempo, uma peça jurídica fundamental a ser considerada é o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), aprovado pelo Decreto nº 8,141/2013

e pela Portaria nº171/2014. O Plansab, além de um levantamento e análise das bases legais e competências institucionais relacionadas ao saneamento básico, determina princípios que devem ser respeitados.

O princípio da sustentabilidade é, em consonância com a Lei Nacional de Saneamento Básico, assegurado no Plansab, que entende o mesmo da seguinte forma:

A sustentabilidade dos serviços, a despeito das diversas significações atribuídas ao termo, seria assumida pelo menos a partir de quatro dimensões: a ambiental, relativa à conservação e gestão dos recursos naturais e à melhoria da qualidade ambiental; a social, relacionada à percepção dos usuários em relação aos serviços e à sua aceitabilidade social; a da governança, envolvendo mecanismos institucionais e culturas políticas, com o objetivo de promoção de uma gestão democrática e participativa, pautada em mecanismos de prestação de contas; e a econômica, que concerne à viabilidade econômica dos serviços. (Grifos nossos)

O Plansab aponta ainda que a cobrança aos usuários pela prestação dos serviços não deve ser a única forma de alcançar sua sustentabilidade econômico-financeira. Esta estaria assegurada quando os recursos financeiros investidos fossem regulares, estáveis e suficientes para o seu financiamento, e o modelo de gestão institucional e jurídico-administrativo adequado. Ainda sobre o modelo de gestão, o Plansab sugere que:

Um tipo ideal de modelo sustentável de gestão de serviços de saneamento básico privilegiaria as escalas institucionais e territoriais de gestão; a construção da intersetorialidade; a possibilidade de conciliar eficiência técnica e econômica e eficácia social; o controle social e a participação dos usuários na gestão dos serviços; e a sustentabilidade ambiental.

O Plansab ainda destaca a importância da Lei de Consórcios Públicos e da Gestão Associada (Lei nº 11.107/2005), regulamentada pelo Decreto nº 6.017, de 17 de janeiro de 2007, que tem como objetivo proporcionar a segurança político-institucional necessária para o estabelecimento de estruturas de cooperação intermunicipal e solucionar impasses na estrutura jurídico-administrativa dos consórcios.

Deve-se considerar igualmente a Lei Estadual de Saneamento Básico do Espírito Santo, de nº. 9.096 de 29 de dezembro de 2008, que propõe como objetivos do

sistema de saneamento a promoção de alternativas de gestão que viabilizem a autossustentação econômica e financeira dos serviços e o desenvolvimento institucional do saneamento básico, estabelecendo meios para a unidade e articulação das ações dos diferentes agentes, bem como do desenvolvimento de sua organização, capacidade técnica, gerencial, financeira e de recursos humanos de acordo com as especificidades locais.

Finalmente, a Lei Orgânica Municipal (Lei N. 01 de 1990) afirma a competência do município para formular a política de saneamento básico e definir de estratégias para sua implementação. A mesma lei define que o controle e a fiscalização dos serviços, bem como a avaliação do desempenho das instituições públicas são igualmente de responsabilidade da municipalidade.

5.4 PROPOSIÇÃO DE MODELO DE GESTÃO PARA O MUNICÍPIO

A gestão dos quatro eixos do saneamento básico municipal é um tema que tem recebido a atenção de vários pesquisadores e profissionais brasileiros, dedicados a pensar formas adequadas de fornecer um serviço eficaz e cada vez mais eficiente, que entreguem ao usuário final serviços de alta qualidade, mantendo ao mesmo tempo a sustentabilidade econômico-financeira e técnica.

Inúmeros debates vêm sendo travados em âmbito nacional acerca de alternativas de gestão dos serviços de saneamento básico, em virtude das dificuldades enfrentadas para a garantia da universalização dos serviços e de sua sustentabilidade ambiental³. Este debate ganhou maior vulto na medida em que a Lei 11.445/2007 instituiu que cabe aos municípios a titularidade da gestão dos serviços de saneamento básico, mas que a regulação, fiscalização e prestação destes são atribuições delegáveis, sendo indelegável o planejamento e a definição das políticas para tais serviços.

³ Ver, a respeito: JUSTO, 2004; LEONETI; PRADO; OLIVEIRA, 2011; LOUREIRO, 2009;

A Lei federal 11.445/2007 que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, no que tange à gestão, traz como um dos princípios fundamentais para a prestação dos serviços nessa área a integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos. O artigo 12 da referida Lei também estabelece que: “Nos serviços públicos de saneamento básico em que mais de um prestador execute atividade interdependente com outra, a relação entre elas deverá ser regulada por contrato e haverá entidade única encarregada das funções de regulação e de fiscalização.” Além disso, os contratos de prestação celebrados deverão conter os procedimentos para a implantação, ampliação, melhoria e gestão operacional das atividades.

Já o artigo 24 da Lei federal 11.445/2007 estabelece que em caso de gestão associada ou prestação regionalizada dos serviços, os titulares poderão adotar os mesmos critérios econômicos, sociais e técnicos da regulação em toda a área de abrangência da associação ou da prestação. Já o artigo 49 estabelece como objetivo da Política Federal de Saneamento Básico promover alternativas de gestão que viabilizem a autossustentação econômica e financeira dos serviços de saneamento básico, com ênfase na cooperação federativa.

Assim dentre as várias possibilidades do processo de gestão aparece a gestão consorciada, estabelecida pelo Artigo 241 da constituição federal; nos termos na Lei: A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios disciplinarão por meio de lei os consórcios públicos e os convênios de cooperação entre os entes federados, autorizando a gestão associada de serviços públicos, bem como a transferência total ou parcial de encargos, serviços, pessoal e bens essenciais à continuidade dos serviços transferidos.

A gestão adequada do saneamento básico envolve inexoravelmente a gestão da informação, que possibilita a elaboração e execução de projetos eficientes, bem como permite que os responsáveis pela gestão dos serviços possam desenvolver mecanismos de regulação e fiscalização, focando no aprimoramento constante. É muito comum que a informação esteja imersa no ambiente institucional do prestador de serviço e que haja um *gap* informacional para a população em geral (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2012). Nesse sentido, emerge como necessidade para um modelo eficiente a primazia pela transparência. Para Lisboa, Heller e Silveira (2017, p. 342) “a demanda pelo planejamento tem aberto novas

perspectivas para os municípios, incluindo a possibilidade de ampliação de aspectos relevantes para a gestão dos serviços como os mecanismos de participação social.”

De acordo com o Instituto Trata Brasil (2012) no que tange ao abastecimento de água e esgotamento sanitário, duas são as estruturas mais comuns no Brasil, quais sejam: Companhias estaduais de saneamento básico em mais de 3700 municípios; e companhias autônomas municipais em cerca de 1300 municípios. Nos dois casos as instituições criadas passam a ter autonomia na gestão, que vai desde o estabelecimento de tarifas até a política de investimentos. No caso das companhias estaduais, reside, em muitos exemplos, o modelo de “subsídios cruzados” em que não há contabilidade separada para cada município e a tarifa é igual para todo o estado.

Outro modelo bastante recente e ainda muito pouco utilizado na área de saneamento é o das Parcerias Público-Privadas (PPPs). Esse tem sido um movimento em direção à desestatização dos serviços de saneamento. A questão problemática é que a maioria dos municípios brasileiros ainda carece de investimentos em infraestrutura de saneamento. Portanto, a viabilização de um modelo de PPP somente seria possível com forte subsídio estatal, ao menos nos anos iniciais da parceria. Além disso, inicialmente esse modelo tende a ser atrativo para as empresas somente em municípios de grande porte. Além disso, ainda pairam muitas controvérsias em torno desse modelo.

No que tange ao eixo drenagem, as competências institucionais, na maioria das vezes, tal como observado no município em análise, encontram-se divididas entre diversos setores da prefeitura e de formas variadas. No entanto, mesmo sendo uma atividade que requer necessariamente uma gestão integrada de diversas áreas da prefeitura, é premente a existência de um setor com responsabilidade exclusiva para definição e coordenação das questões referentes à esse eixo. Essa área tomaria para si a responsabilidade pela drenagem, controlando e atualizando continuamente o banco de dados referentes ao tema, além de exercer o planejamento das atividades e busca de recursos para a implantação das metas elaboradas no PMSB.

Em relação ao eixo Limpeza Urbana e Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, em geral os serviços de varrição, podas de árvores e coleta de resíduos comuns ficam a carga da prefeitura municipal. Já a coleta de resíduos especiais na maioria dos casos é feita por meio de contrato com empresas especializadas. Os gargalos desse sistema passam pela falta de diálogo com a população, seja por meio de programas de comunicação social ou mesmo de educação ambiental para gerir dias e horários de coleta, bem como tipos e tratamento de resíduos específicos. Além disso, aparece a falta de articulação com as cooperativas de catadores.

Em todas essas possibilidades de gestão é imprescindível a existência de uma interlocução com os usuários/clientes finais dos serviços prestados, todavia essa não tem sido a realidade observada. Nesse sentido, dialogando com a necessidade de transparência, surge como aspecto relevante a adoção de um modelo em que exista um espaço de discussão e deliberação importante com a sociedade civil, ou seja, com forte peso do elemento “participação social”. Tal como estabelecido na Lei 11.445/07, é fundamental o controle social e a transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados dentro das estruturas de gestão dos municípios.

Silva (2010) chama a atenção para os mecanismos que podem ser utilizados para garantir a integração entre os atores e a participação social, destacando o estabelecimento de órgãos colegiados de caráter consultivo ou também deliberativo, envolvendo representantes dos titulares dos serviços, dos órgãos governamentais, dos prestadores dos serviços, dos usuários, de entidades técnicas e organizações da sociedade civil. Ainda de acordo com Silva (2010, p. 74) “a organização institucional, o planejamento e a participação da população são muito importantes, integrados à abordagem tecnológica, à implantação de sistemas e ao desenvolvimento de técnicas na área de saneamento básico, para que se tenham resultados efetivos no atendimento às necessidades da sociedade.”

A maior problemática a ser enfrentada por um modelo de gestão é a falta de integração dos quatro eixos do sistema, causando dispersão e falta de sincronia entre as ações. Pelo que foi aqui discutido, percebe-se que o encaixe por um modelo de gestão integrada para o saneamento básico municipal traz como

premissa os elementos característicos de um notório ciclo PDCA (Plan – Do – Check – Act). Ou seja, planejamento robusto e constante, já que o longo prazo se planeja no curto prazo (*Plan*); execução de planos, projetos e ações (*Do*); acompanhamento, avaliação e controle sistemático (*Check*) e reordenamento das ações a partir dos resultados alcançados na fase de checagem (*Act*). A organização e o planejamento têm como mote o fortalecimento do processo de gestão dos serviços públicos (YÉVENES-SUBIATRE, 2010).

Assim, considerando o *status quo* aqui analisado e a necessidade de uma solução viável e imprescindível para a adequada gestão da oferta de serviços de saneamento, a principal proposta do modelo de gestão do saneamento básico é o fortalecimento institucional da Administração Municipal a partir da criação de um Departamento de Gestão Integrada do Saneamento Ambiental (DEGISA), que agregue a gestão de todas as iniciativas relacionadas ao saneamento básico municipal. Trata-se de uma estrutura sistêmica que pode estar ligada diretamente ao Prefeito, ou algumas das secretarias responsáveis pela oferta dos serviços de saneamento. A figura abaixo apresenta o organograma desse Departamento.

Figura 5-1 - Organograma do Departamento de Gestão Integrada do Saneamento Ambiental.



Fonte: Autoria própria.

A estrutura administrativa do DEGISA traz a concepção de um modelo de gestão integrado, tal como preconiza a Lei 11.445/2007 e conforme amplamente discutido nos parágrafos acima. A proposta é que esse departamento esteja na posição mais próxima possível do Chefe do executivo municipal. Assim, é possível que se mantenha atual estrutura de Secretarias da Prefeitura, mas se incorpore algumas alterações com vistas a sua maior eficiência e sustentabilidade, especialmente no sentido da criação de arranjos cooperativos, tais como parcerias, soluções compartilhadas e consórcios. Nesse encaixe, o DEGISA será composto de quatro

áreas estratégicas, quais sejam: 1) Gestão de Projetos e Captação de Recursos; 2) Fiscalização; 3) Regulação e 4) Comunicação Social.

A área de Gestão de Projetos e Captação de Recursos se justifica pela necessidade de se acompanhar ao longo dos próximos 20 anos o cronograma de execução dos Programas, Projetos e Ações elaborados no âmbito do PMSB. A partir dessa estrutura, será possível aplicar metodologias modernas de Gestão de Projetos, bem como centralizar o planejamento, a execução e o acompanhamento das estratégias de captação de recursos para financiamento do Plano.

As áreas de Fiscalização e Regulação terão como objetivo planejar o desenvolvimento dessas atividades, seja por meio da execução direta, seja por meio de delegação. Na próxima seção serão discutidas essas possibilidades.

Por fim, a área de Comunicação Social e Transparência terá como funções:

- a) Promover canais de comunicação permanentes com as instituições relacionados à prestação de serviços de saneamento básico no Município e demais órgãos da administração pública estadual e federal;
- b) Incentivar que o planejamento em saneamento básico seja uma prática observada e valorizada, mediante a organização de eventos e publicações;
- c) Promover ações de comunicação social com vistas a disseminar a importância dos Planos;
- d) Fomentar a criação de ouvidorias nos prestadores de serviços de saneamento básico;
- e) Fortalecer as instâncias e mecanismos existentes de participação e controle social, estimulando a criação de novas;
- f) Estudar a implantação de rede de monitoramento e avaliação do Setor de Saneamento Básico, de forma a permitir a avaliação periódica do PMSB e do PMGIRS; e
- g) Manter documentação técnica, jurídica e financeira em sistema de informação automatizado, com vistas a permitir maior transparência na atuação pública.

Para estar em consonância com os objetivos gerais do Plansab (BRASIL, 2015), o DEGISA deverá distribuir adequadamente em suas áreas as seguintes funções:

- Promoção de encontros periódicos entre representantes das diferentes esferas de governo, de caráter operacional, com o intuito de atualizar informações

quanto às dificuldades e necessidades em relação ao saneamento básico, buscando superar obstáculos e otimizar a aplicação dos investimentos;

- Realização de avaliações periódicas para que a previsão orçamentária e a execução financeira, no campo do saneamento básico, observem as metas e diretrizes estabelecidas nos Planos;
- Apoio e desenvolvimento de arranjos institucionais para a gestão dos serviços de saneamento básico, fortalecendo o aparato para a gestão, organização e modernização do setor, inclusive as experiências de gestão comunitária;
- Estimular e promover ações de parcerias entre entes federados e a criação de arranjos institucionais com base na cooperação entre níveis de governo, para a gestão, regulação, fiscalização e prestação dos serviços de saneamento básico;
- Desenvolver ações de aprimoramento da qualidade de obras e prestação de serviços para o setor;
- Fomentar parcerias, a exemplo de consórcios, para o manejo dos resíduos sólidos;
- Desenvolver programa de investimento e apoio técnico para a gestão associada e o gerenciamento integrado de resíduos sólidos, com inclusão dos trabalhadores com materiais recicláveis;
- Desenvolver ações de capacitação para a gestão e a prestação dos serviços de saneamento básico;
- Promover a qualificação contínua e treinamento de pessoal envolvido nas ações de saneamento básico;
- Manter permanente avaliação das definições e determinações da Lei nº 11.445/2007 e demais correlatas, suas alterações e sua regulamentação;
- Estudar a criação de fundos para a universalização dos serviços;
- Estudar a implementação de política de subsídios, especialmente para populações e localidades de baixa renda;

5.5 REFERÊNCIAS

BORJA, Patrícia Campos; SILVA, Alessandra Gomes Lopes Sampaio. *Gestão dos Serviços de Saneamento Básico*. In: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org). Tema Transversais: plano municipal de saneamento básico: guia do profissional em treinamento: nível 2. Salvador: ReCESA, 2008.

BRASIL. *Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil*. Texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações adotadas pelas Emendas Constitucionais nos 1/1992 a 76/2013, pelo Decreto Legislativo nº 186/2008 e pelas Emendas Constitucionais de Revisão nºs 1 a 6/1994. 40.ed. com índice. Brasília: Centro de Documentação e Informação (CEDI), 2013. 464 p. Disponível em: < http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/legislacao/Constituicoes_Brasileiras/constituicao1988.html >. Acesso em: 25 jan. 2017.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.

BRASIL. Lei nº. 11.445 de 5 de Janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília: 2007.

BRASIL. *Plano Nacional em Saneamento Básico*. 2015. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/plansab_texto_editado_para_download.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2015.

BRASIL. Plano Nacional em Saneamento Básico. 2015. Disponível em: http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/plansab_texto_editado_para_download.pdf. Acesso em: 25 abr. 2015.

FERNÁNDEZ, C. A. *gestão dos serviços de saneamento básico no Brasil*. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Barcelona: Universidad de Barcelona, 2005, vol. IX, núm. 194 (73).

INSTITUTO TRATA BRASIL. *Manual de Saneamento Básico. Entendendo o saneamento básico municipal no Brasil e sua importância socioeconômica*. Instituto Trata Brasil, 1012. Disponível em: <www.tratabrasil.org.br>. Acesso em 22 de janeiro de 2017.

JUSTO, M.C.D. de M. *Financiamento do saneamento básico no Brasil: uma análise comparativa da gestão pública e privada*. 2004. Dissertação (mestrado em desenvolvimento econômico, espaço e meio ambiente) — Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

JUSTO, M.C.D. de M. *Financiamento do saneamento básico no Brasil: uma análise comparativa da gestão pública e privada*. 2004. Dissertação (mestrado em desenvolvimento econômico, espaço e meio ambiente) — Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

LEONETI, A. B.; PRADO, E. L. do; OLIVEIRA, S. V. W. B. de. *Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI*. Revista de Administração Pública, vol. 45, n. 2, Rio de Janeiro, 2011.

LEONETI, A. B.; PRADO, E. L. do; OLIVEIRA, S. V. W. B. de. *Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI*. Revista de Administração Pública, vol. 45, n. 2, Rio de Janeiro, 2011.

LISBOA, S.S.; HELLER, L.; SILVEIRA, R. B. *Desafios do planejamento municipal de saneamento básico em municípios de pequeno porte: a percepção dos gestores*. Eng Sanit Ambient, v.18, n.4, out/dez 2013. Pp. 341-348

LOUREIRO, A. L. *Gestão dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Estado da Bahia: análise de diferentes modelos*. 2009. Dissertação (mestrado em engenharia ambiental urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

LOUREIRO, A. L. *Gestão dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Estado da Bahia: análise de diferentes modelos*. 2009. Dissertação (mestrado em engenharia ambiental urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

SILVA, M. M. *A participação da sociedade civil em diferentes modelos de prestação dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário: estudo em quatro municípios no Brasil*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal da Bahia, Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana. Salvador, 2010.

YÉVENES-SUBIATRE, A. (2010) *Prospectiva y estrategia en el escenario contemporáneo*. Latin American Journal of International Affairs, v. 2, n. 3, p. 90-106.

ZVEIBEL, Vitor Zular. *Reforma do Estado e a Gestão do Saneamento: uma trajetória incompleta*. Tese de Doutorado. Escola Nacional de Saúde Pública. Fundação Oswaldo Cruz, 2003.

6 MODELO DE FISCALIZAÇÃO E REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS LOCAIS DE SANEAMENTO BÁSICO

6.1 ASPECTOS INICIAIS

Com o advento da Lei nº 11.445/07, abriu-se mais um campo para atuação de órgãos de estado dedicados exclusivamente à tarefa de regulação dos serviços públicos: a regulação dos serviços de saneamento básico. De forma geral, a necessidade de elaboração dos Planos Municipais de Saneamento e a regulação dos serviços foram apontados como eixos fundamentais da Política Nacional de Saneamento Básico.

O PMSB é um dos instrumentos da Política de Saneamento Básico do município. Essa Política deve ordenar os serviços públicos de saneamento considerando as funções de gestão para a prestação dos serviços, a regulação e fiscalização, o controle social, o sistema de informações conforme o Decreto 7.217/2010 (FUNASA, 2012: 03).

De forma simplificada, *a regulação pode ser compreendida como sendo a função administrativa desempenhada pelo Poder Público para normatizar, controlar e fiscalizar algumas atividades econômicas.*

Somadas as outras áreas que já vinham sendo reguladas no Brasil (energia, petróleo e biocombustíveis, telefonia, aviação civil, etc), a partir da Lei 11.445/07, passou-se a discutir também a necessidade e os modelos de regulação que deveriam ser aplicados aos serviços públicos de saneamento básico.

Os objetivos da regulação do saneamento, de acordo com o artigo 22 da Lei nº 11.445/07, são, essencialmente, estabelecer padrões e normas para a adequada prestação dos serviços e para a satisfação dos usuários. Com isso, visa garantir o cumprimento das condições e metas estabelecidas nos contratos de concessão e nos planos municipais de saneamento.

A regulação do setor do saneamento básico tem como princípios aqueles dispostos no artigo 3º da Lei do Saneamento (universalização do acesso aos serviços, a modicidade tarifária, a qualidade dos serviços, principalmente). Além disso, a regulação visa prevenir e reprimir o abuso do poder econômico (geralmente poder de monopólio) do concessionário e, de alguma forma, definir

tarifas que assegurem o equilíbrio econômico e financeiro da concessão/prestação de serviços.

As atividades de regulação, se apresentam, hoje, como sendo de grande importância para o alcance de bons resultados nas políticas públicas, especialmente no que se refere ao efetivo cumprimento das metas estabelecidas pelos planos municipais de saneamento. É através da regulação que podem ser criados os instrumentos regulatórios que fornecem ao gestor a capacidade de fazer com que os concessionários cumpram e respeitem fielmente as contratuais disposições fixadas. No caso dos planos municipais de saneamento básico, a regulação norteia os planos de investimentos e a ampliação das atividades de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos, limpeza urbana e drenagem pluvial.

Num primeiro momento, surgiram as agências estaduais de regulação, que foram concebidas para regular a prestação dos serviços executados pelas companhias estaduais de saneamento. Apenas mais recentemente, começaram a surgir, com a mesma finalidade, agências reguladoras no âmbito dos municípios. Contudo, mesmo considerando os termos da Lei nº 11.445/2007, pode-se dizer que ainda há poucas ações voltadas para a regulação desses serviços no país.

A Tabela mostra a existência de agências reguladoras de saneamento básico no Brasil.

Tabela 6-1 - Agências reguladoras de saneamento básico.

Municipais	Cidade	Estado	Ano	Água	Esgoto	Drenagem	Resíduos
ACFOR	Fortaleza	CE	2009	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
AGERB	Buritis	RO	2014	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
AGEREG	Campo Grande	MS	2006	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
AGERJI	Ji-Paraná	RO	2012	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
AGERSA	Cachoeiro de Itapemirim	ES	1999	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AGR	Tubarão	SC	2008	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AMAE	Joinville	SC	2001	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
AR	Itu	SP	2009	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
ARPF	Porto Ferreira	SP	2011	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
ARSAL	Salvador	BA	2007	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
ARSBAN	Natal	RN	2001	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ARSAEG	Guaratinguetá	SP	2007	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
ARSEC	Cuiabá	MT	2015	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
ARSEP	Mauá	SP	2000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ARSETE	Teresina	PI	2006	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
SRJ	Jacareí	SP	2013	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Regionais	Cidade	Estado	Ano	Água	Esgoto	Drenagem	Resíduos
AGIR	Blumenau	SC	2009	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
ARIS	Florianópolis	SC	2009	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Estaduais	Cidade	Estado	Ano	Água	Esgoto	Drenagem	Resíduos
ADASA	Brasília	DF	2008	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AGEAC	Rio Branco	AC	2003	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AGENERSA	Rio de Janeiro	RJ	2005	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
AGER	Cuiabá	MT	1999	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
AGERGS	Porto Alegre	RS	1997	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
AGR	Goiânia	GO	1999	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
AGRESE	Aracaju	SE	2009	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
AGUASPARANÁ	Curitiba	PR	2009	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ARCE	Fortaleza	CE	1997	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
ARPE	Recife	PE	2000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
ARSAE*	Belo Horizonte	MG	2009	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ARSAL	Maceió	AL	2001	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
ARSAM	Manaus	AM	1999	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
ARSEMA	São Luís	MA	2008	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
ARSESP	São Paulo	SP	2007	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
ATR	Palmas	TO	2007	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AGEPAN	Campo Grande	MS	2007	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
AGESAN	Florianópolis	SC	2010	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ARCON	Belém	PA	1997	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ARPB	João Pessoa	PB	2005	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
AGERSA	Salvador	BA	2012	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ARSP	Vitória	ES	2016	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fonte: Adaptado de ABAR (2017).

Em média, as agências têm entre 10 e 11 anos de criadas, o que reforça a proposição de que o exercício regulatório do saneamento básico no Brasil é um processo relativamente novo.

Observando a tabela acima, é possível perceber, também, que se a regulação municipal avançou em termos de água e esgoto, em termos de resíduos sólidos ela ainda é muito rara no Brasil. Isso é, com relação à regulação dos serviços de resíduos sólidos, drenagem pluvial e varrição urbana, os avanços foram pouco expressivos.

6.2 REGULAÇÃO: ALGUNS ELEMENTOS CONCEITUAIS

A literatura sobre regulação econômica apresenta, de forma geral, duas razões que justificam regular um determinado serviço. A primeira está ligada à correção de falhas de mercado, principalmente pela existência de monopólios naturais e, em segundo lugar, para garantir o interesse público. Ou seja, a regulação tem como finalidade garantir que todos os serviços públicos sejam prestados de forma eficiente, em condições adequadas e que se observe o princípio da modicidade tarifária: que haja garantia de lucros para concessionária e, ao mesmo tempo, haja elevada satisfação do usuário. A satisfação do usuário, por sua vez, está ligada

ao atendimento de outros princípios básicos: regularidade, continuidade, eficiência, segurança e atualidade.

Contudo, além de indicar as decisões para que os serviços sejam prestados de maneira adequada, a regulação tem como objetivo garantir o equilíbrio nas relações entre as partes envolvidas. Geralmente, as partes envolvidas são: o poder concedente, isto é, o titular do serviço, que pode ser a União, o Estado ou o Município; o Concessionário, ou prestador de serviços, o qual presta os serviços à população (podendo ser uma empresa pública ou um órgão da administração indireta ou empresa privada) e o consumidor ou usuário, ou seja, aquele que recebe o serviço e paga por ele.

A regulação dos serviços públicos de saneamento ambiental pode ser exercida por entidade da administração indireta do poder concedente ou por delegação a uma Agência Reguladora. Em um caso ou outro, vale dizer que a garantia do equilíbrio de forças entre usuários, prestador de serviços e poder concedente somente pode ser alcançada quando a atuação do regulador é pautada nos princípios de amplo direito, da autonomia administrativa e financeira. De qualquer forma, o poder regulatório deve ser exercido com a finalidade de atender ao interesse público, mediante as atividades de normatização, fiscalização, controle, mediação e aplicação de sanções e penalidades nas concessões e permissões da prestação dos serviços. Os objetivos gerais são:

- Promover e zelar pela eficiência econômica e técnica dos serviços;
- Fixar regras e procedimentos claros;
- Promover a estabilidade nas relações entre o poder concedente, entidades reguladas e usuários;
- Estimular a expansão e a modernização dos serviços, de modo a buscar a universalização e a melhoria dos padrões de qualidade;
- Evitar a susceptibilidade do setor aos interesses políticos.

Baseada nessas normas, a fiscalização atua no sentido de verificar se os serviços regulados estão sendo efetivamente prestados de acordo com as normas legais e regulamentares. Além disso, é importante a avaliação do cumprimento das metas e regras estabelecidas e, se necessário, na implementação de outras ações, no âmbito de competência da entidade reguladora.

Quadro 6-1 - Aspectos conceituais básicos.

<p>AGÊNCIA REGULADORA – Autarquia especial criada para zelar pela eficiência econômica e técnica dos serviços públicos, propiciando aos seus usuários as condições de regularidade, continuidade, segurança e universalidade. Deve possuir autonomia orçamentária, financeira e administrativa.</p> <p>DETERMINAÇÃO – Ação indicada pela Agência Reguladora a ser cumprida pela concessionária, no prazo especificado.</p> <p>FISCALIZAÇÃO – Atividade de regulação técnica exercida com vistas à verificação contínua dos serviços regulados, objetivando apurar se estão sendo efetivamente prestados de acordo com as normas legais.</p> <p>NÃO-CONFORMIDADE – Caracteriza a constatação como em desacordo com os dispositivos legais que regulamentam a concessão, não atende ao contrato de concessão ou mesmo desobedece à legislação do setor de saneamento.</p> <p>CONCESSIONÁRIO - Pessoa jurídica ou consórcio de empresas ao qual foi delegada a prestação de serviço público pelo titular do serviço, e que se encontra submetido à competência regulatória da agência reguladora.</p> <p>USUÁRIO – Toda pessoa física ou jurídica que solicitar ao Prestador de Serviços o fornecimento de água e/ou a coleta de esgoto e assumir a responsabilidade pelo pagamento dos serviços prestados e pelo cumprimento das demais obrigações legais, regulamentares e pertinentes.</p>
--

Fonte: Autoria própria.

6.3 ELEMENTOS DA REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS SANEAMENTO BÁSICO E INTERFACE COM OUTROS ÓRGÃOS

Tendo como objetivo fundamental a promoção da qualidade de vida e melhoria no bem-estar da população, a prestação de serviços de saneamento básico deve ser executada de forma adequada, sua operacionalização precisa estar comprometida e em consonância com a proteção e conservação adequada do meio ambiente e saúde pública. Os serviços de saneamento básico (água e esgoto, por exemplo), possuem importantes interfaces com vários outros elementos da sociedade, incluindo aí todas as questões ambientais, a preservação dos recursos hídricos, saúde pública e desenvolvimento econômico.

Além disso, a eficiência na prestação de serviços do saneamento básico depende da articulação eficiente com outras entidades importantes, além de várias áreas afins, uma vez que as atividades estão ligadas a diversas áreas que podem provocar consequências na qualidade dos serviços prestados.

A. Gestão dos Recursos Hídricos

A gestão dos recursos hídricos apresenta importante interface com todos os serviços do saneamento – e não somente com os de abastecimento de água e de esgoto. A disponibilidade de água em quantidade e qualidade satisfatórias é que viabiliza todas as etapas dos serviços de saneamento ambiental. Sem uma gestão adequada dos mananciais hídricos, todo o sistema sempre estará sujeito a falhas. Nesse caso, é preciso dizer que parte da competência para atuar nesse sentido reside na esfera federal, por meio da Agência Nacional de Águas (ANA), órgão vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, integrando o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Essa agência é a responsável por implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos, nos termos da Lei 9.433/97. Está sob sua responsabilidade a gestão dos corpos hídricos classificados como federais, ou seja, aqueles cujas áreas de abrangência transcendem os limites territoriais dos Estados.

Essa competência também se divide, em alguns casos com o Governo Estadual. Este é o responsável pela gestão dos mananciais do Estado, e atua na oferta de água, no monitoramento da sua qualidade e na preservação dos rios, lagoas e açude, e suas formas diferenciadas de manejo.

A falta ou as falhas de interação e de interlocução entre os órgãos responsáveis pela gestão dos recursos hídricos em várias instâncias acaba por gerar consequências negativas ao funcionamento adequado dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

B. Saúde Pública

Os órgãos responsáveis pela promoção da saúde coletiva da população possuem importante interface com os serviços de saneamento básico. A qualidade da água e o tratamento de esgoto, por exemplo, são fundamentais para a gestão da saúde coletiva.

Nesse caso, também como antes, as relações entre os órgãos de saúde e os órgãos de saneamento são fundamentais para a qualidade da prestação de serviços. Pode-se citar, por exemplo, os seguintes órgãos:

- a) Esfera Federal: O Ministério da Saúde é o responsável pela coordenação do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, através do qual presta cooperação técnica-financeira aos Estados e Municípios. Dentre ações que possuem interfaces com o saneamento ambiental, por exemplo, pode-se citar a normatização dos requisitos de qualidade da água para consumo humano.
- b) Esfera Estadual: A Vigilância Sanitária do Estado apresenta, por exemplo, as seguintes funções que possuem interface com o saneamento ambiental: promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água em articulação com o nível municipal e os prestadores de serviço.
- c) Esfera Municipal: À Vigilância Sanitária Municipal compete a coordenação, programação e execução de procedimentos básicos em vigilância sanitária. Em geral, o exercício da vigilância sanitária municipal é voltado para a execução de inspeções sanitárias, importantes para a promoção coletiva da saúde.

C. Meio Ambiente

A interface dos órgãos de controle ambiental com os serviços de saneamento é fundamental uma vez que estes atuam, por exemplo, no controle de qualidade dos efluentes das estações de tratamento de esgotos, na disposição dos efluentes nos corpos receptores, na disposição final dos subprodutos do tratamento de água e esgoto e na fiscalização dos impactos ambientais dessas atividades. Estes órgãos também atuam em conjunto com as autoridades de recursos hídricos na preservação dos mananciais de abastecimento de água.

A atuação do Concessionário também está condicionada à aprovação de licenças ambientais e fiscalização destes órgãos quando da implantação e operação de suas infraestruturas físicas.

D. Desenvolvimento Urbano

Os órgãos responsáveis pelo planejamento urbano também apresentam importante interface com os serviços de saneamento básico. Esses atuam de forma essencial na tomada de decisões com relação às áreas que devem ser priorizadas para ampliações e implantações de infraestruturas de saneamento básico.

No âmbito federal, ao Ministério das Cidades, já que este é responsável pela política nacional de desenvolvimento urbano e pela promoção de ações e programas de urbanização, de habitação, de saneamento básico e de transporte urbano. Já nos âmbitos estadual e municipal, destacam-se as secretarias de infraestrutura e de desenvolvimento urbano, já que essas têm como objetivo promover a implantação da infraestrutura básica necessária para o desenvolvimento social, econômico e ambiental de cada estado e município.

6.4 O PLANEJAMENTO E A ATUAÇÃO DA AGÊNCIA REGULADORA

De uma forma geral, as competências do regulador, quanto às questões do saneamento ambiental, podem ser descritas abaixo como:

- Quantificar o custo da regulação do setor, a fim de atender as obrigações estabelecidas no marco regulatório;
- Proceder a fiscalização direta, exercida por meio de auditoria técnica, sistemática e periódica nas atividades da concessionária relativas a prestação dos serviços saneamento, tendo como referência as normas e regulamentos emitidos pela própria reguladora;
- Realizar fiscalização indireta, por intermédio do acompanhamento de indicadores técnicos, operacionais, comerciais e financeiros da concessão;
- Realizar algumas análises econômicas a partir do estudo das propostas de reajuste e de revisão de tarifas dos serviços de saneamento básico;
- Apreciar as reclamações e processos dos usuários como última instância recursal administrativa para julgamento dos conflitos entre estes e a concessionária;
- Editar resoluções e normas, além de outros meios necessários, para normatizar o setor de saneamento em aspectos relativos à qualidade da prestação dos serviços de água e de esgotos e das relações entre usuários e a concessionária;
- Atender a outras solicitações concernentes a objetos de leis, contratos de concessão e convênios.

Contudo, alguns elementos precisam ser observados para que o regulador possa atuar de forma clara e eficiente:

I - Disponibilidade financeira

O órgão regulador deve ter autonomia financeira para que possa cumprir com suas funções sem qualquer tipo de dependência em termos de recursos financeiros. Nesse sentido, o ideal é que apresente orçamento próprio e capacidade de gestão desses recursos. Suas receitas podem advir, por exemplo, das taxas de regulação cobradas das concessionárias. Em alguns casos, esta taxa varia de 0,5 a 1,0% das receitas operacionais das concessionárias para agências estaduais e de até 3,0% para as agências municipais.

II – Definição de metas

O órgão regulador precisa definir metas para o saneamento ambiental, obrigando a concessionária a implementar estratégias para alcançá-las. Isso passa, por exemplo, pela elaboração de índices a serem alcançados e também de um cronograma para o acompanhamento da evolução desses índices. Devem, também, estipular metas para as atividades de fiscalização. O planejamento da fiscalização deve identificar prioridades, tendo em vista o objetivo da Agência Reguladora, dentre as quais, destaca-se:

- Realizar fiscalização indireta;
- Realizar fiscalização focada em determinadas áreas ou determinados segmentos: comercial, atendimento ao usuário, perdas, reservatórios etc.;
- Abranger todas as unidades de negócio ou gerências da concessionária;
- Atingir áreas ou setores ainda não fiscalizados;
- Focar os processos administrativos decorrentes de reclamações de usuários na ouvidoria da agência reguladora.

III – Corpo técnico qualificado

O êxito de todas as atividades do órgão regulador somente acontecerá se este for dotada de um corpo técnico qualificado e com alguma relativa estabilidade. Como

uma atividade sem tradição no Brasil, a regulação de serviços públicos exige de seus quadros técnicos uma constante atualização e capacitação. A demanda de capacitação deverá ser estimada a partir das previsões de cursos, seminários e outros eventos do gênero possíveis de participação dos técnicos da agência, incluindo-se as despesas com as respectivas inscrições, transportes, diárias e ajudas de custo.

Além disso, é importante a contratação de consultoria especializada, em alguns casos. Nesse caso, é importante manter contratos de consultoria com empresas e/ou profissionais liberais, cadastro de peritos, convênios com outras entidades.

A atividade de regulação por ser complexa exige serviços de consultoria para sua estruturação e atuação, do tipo:

- Consultoria em Regulação Econômica – elaboração de estudos tarifários e econômicos;
- Consultoria em Regulação da Qualidade – formulação de novos regulamentos e elaboração de procedimentos de controle e auditoria da qualidade dos serviços;
- Cooperação Técnica e Científica – convênio com universidades para realização de análises laboratoriais, assessoramento técnico, capacitação e apoio nas atividades de fiscalização;
- Consultoria Técnica – assessoramento na execução da auditoria da qualidade e procedimentos administrativos.

6.5 OPÇÕES DOS MUNICÍPIOS QUANTO A REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO AMBIENTAL

Os municípios, observando os leques de suas possibilidades e suas estratégias econômicas, sociais e políticas, podem se posicionar de maneira diferenciada quanto a regulação dos serviços de saneamento ambiental. Em geral, são 04 (quatro) as possibilidades de instituir a regulação no município:

A) DELEGAR o exercício da atividade de regulação a algum órgão/departamento da própria municipalidade;

Nesse caso, o município define (ou cria) o órgão ligado à estrutura/organograma da Prefeitura e este passa a exercer as funções de regulação. A vantagem desse modelo é que não há um acréscimo significativo no custeio da municipalidade uma vez que, quando isso acontece, designa-se servidores que já estejam em atuação para exercer tais atividades e não há a necessidade de construção/aluguel de uma estrutura física (salas) e de equipamentos (que podem ser reaproveitados) para o exercício da regulação.

A desvantagem desse modelo está ligada, geralmente, ao fato de não existir, no corpo efetivo das prefeituras, pessoas especialistas em regulação. Haveria, então um custo de preparação e qualificação desse quadro técnico.

B) CRIAR a Agência Reguladora para atuar no âmbito das atividades no município.

A criação da própria agência reguladora, com poderes para atuar no setor de saneamento ambiental é uma das soluções buscadas por poucos municípios brasileiros. Isso porque, em decorrência dessa escolha, há que se definir outros elementos, tais como: definição das fontes de financiamento da agência reguladora; realização de concursos públicos específicos para a agência reguladora e estratégias de qualificação; definição do investimento inicial em estrutura física e equipamentos para a atuação a agência reguladora, definição das regras de indicação e estabilidade dos diretores; etc. Tais elementos são ainda mais difíceis de serem levados a cabo em função da severa dificuldade financeira pela qual passa maioria dos municípios brasileiros.

Por outro lado, essa seria uma solução que mostraria maior possibilidade de caminhar, de forma mais clara para a conformação de um desenho regulatório mais eficiente para o setor, uma vez que a autonomia da agência reguladora poderia contribuir para um exercício mais livre das pressões políticas e financeiras que geralmente estão presentes nesse setor.

C) DELEGAR o exercício da atividade de regulação à agência reguladora estadual;

Outra solução possível é o estabelecimento de convênio de cooperação em que o município delega a uma agência reguladora de abrangência estadual o exercício dessa atividade. Nesse caso o município estabelece que tais atividades passam a ser exercidas pela reguladora estadual, fundamentalmente, através do estabelecimento de direitos e deveres da reguladora (e também do município). Nesse caso, define-se, também a forma de remuneração do exercício regulador à agência estadual.

D) DELEGAR o exercício da atividade de regulação a uma Agência Reguladora de âmbito regional.

Os consórcios públicos de regulação também se mostram como uma interessante alternativa para suprir o vácuo regulatório em muitos municípios, criando-se agências reguladoras intermunicipais, capazes de exercer as atividades regulatórias no setor do saneamento básico que abranja todos os serviços, além de água e esgoto.

Esses consórcios públicos de regulação podem ser compreendidos como pessoa jurídica formada por entes da Federação para estabelecer relações de cooperação federativa, inclusive a realização de objetivos de interesse comum (art. 2º, I, do Decreto federal n. 6.017/07). A possibilidade de regulação dos serviços públicos por meio de consórcio público pode ser encontrada na Lei n. 11.445/07):

Art. 8º: Os titulares dos serviços públicos de saneamento básico poderão delegar a organização, a regulação, a fiscalização e a prestação desses serviços, nos termos do art. 241 da Constituição Federal e da Lei no 11.107, de 6 de abril de 2005.

Ainda assim, exige-se da reguladora a independência necessária a fim de executar suas atribuições com base em critérios eminentemente técnicos, sem a interferência dos atores externos. Independentemente da abrangência dada à entidade de regulação, devem ser observados os princípios elencados pela Lei n. 11.445/07.

Na constituição da agência reguladora, sob a modalidade de consórcio público, alguns elementos são necessários. O primeiro deles relaciona-se à instância decisória do consórcio público. As questões de natureza técnica não podem ser apreciadas pelos Chefes do Poder Executivo. A Agência intermunicipal precisa continuar a apresentar autonomia decisória.

Pode-se, por exemplo, criar um Conselho de Regulação, cujos membros não podem possuir qualquer vinculação com o Poder Público ou com os prestadores de serviços. Nesse caso, caberia a este Conselho a definição, em última instância, de todas as questões técnicas da agência reguladora (aplicação de multas, expedição de normas, julgamento de recursos administrativos, entre outros assuntos). Além do Conselho de Regulação, o diretor geral também poderia gozar de mandato, somente sendo permitida sua exoneração nos casos de sentença judicial ou processo administrativo.

Percebe-se, desta forma, que os consórcios públicos são instrumentos aptos a regularem os serviços de saneamento básico. Não há, aqui, uma contradição em relação a entidades estaduais de regulação no setor do saneamento. Busca-se, ao invés disso, apontar as alternativas existentes aos municípios brasileiros que não precisam, necessariamente, delegar o poder de regulação à entidade de outro ente federativo.

Ademais, a regulação consorciada poderá dar maior credibilidade ao processo de regulação, na medida em que a independência decisória fragiliza-se quanto maior a proximidade política entre o regulador e o prestador ou quanto menor a entidade de regulação.

6.6 A PROBLEMÁTICA DA REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dispôs os princípios e instrumentos relativos à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos, as responsabilidades dos geradores e do poder público e os instrumentos econômicos viáveis para seu tratamento.

Essa lei possui importante vinculação com a lei n^o 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Isso porque, quando o manejo de resíduos sólidos é serviço público (ou seja, serviço público de resíduos sólidos urbanos), haverá que atender as diretrizes das duas leis que são harmônicas. Por outro lado, caso o manejo de resíduos não se enquadre na atividade descrita como serviço público, passa a ser considerada atividade de manejo de resíduos sólidos privada, que deve atender as diretrizes da lei n^o 12.305/2010, que lhe impõe elementos ambientais (SCHNEIDER, RIBEIRO e SALOMONI, 2013).

O Quadro abaixo apresenta os elementos ligados à gestão dos resíduos sólidos.

Quadro 6-2 - Gestão dos serviços públicos de Manejo de Resíduos Sólidos.

Gestão	Serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos
Planejamento	Indelegável, passível de execução pelos titulares consorciados
Regulação	Delegável pelo CONSÓRCIO a órgão ou ente público, exceto no que diz respeito à matéria de competência da legislação do titular. Não é conveniente separar em entes diferentes a execução das tarefas de regulação e fiscalização.
Fiscalização	
Prestação	Direta pelo CONSÓRCIO ou delegada a ente privado ou a órgão ou ente público (leis 8.987, 11.079 ou 11.107)
Controle social	Indelegável

Fonte: Ministério das Cidades (2009).

A regulação sobre o manejo dos resíduos sólidos poderá ser executada por:

- (i) Órgão regulador criado por lei;
- (ii) Pelo estado, por delegação dos Municípios consorciados;

De qualquer forma, indicando, para cada caso a forma regulatória adequada, alguns elementos precisam aparecer no aparato regulatório:

- Metas progressivas de expansão e de qualidade dos serviços, de eficiência e de uso racional do aterro sanitário, em conformidade com os serviços a serem prestados e os respectivos prazos e prioridades;
- Indicação de padrões e indicadores de qualidade da prestação dos serviços, inclusive quanto ao atendimento ao público;
- Requisitos operacionais e de manutenção dos sistemas;

- Condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro da prestação dos serviços, em regime de eficiência, incluindo:
 - A composição de taxas e tarifas e o sistema de cobrança;
 - Os procedimentos e prazos de fixação e sistemática de reajustes e de revisões de taxas e tarifas;
 - A política de subsídios tarifários e não tarifários;
- Medição, faturamento e cobrança de serviços tarifados;
- Planos de contas da prestadora e mecanismos de informação, de auditoria e certificação e de monitoramento dos custos;
- Sistemática de avaliação da eficiência e eficácia dos serviços prestados;
- Mecanismos de participação e controle social das atividades de interesses dos serviços públicos de saneamento básico;
- Medidas a serem adotadas em situações de contingências e de emergências, inclusive racionamento;
- Hipóteses de intervenção e de retomada de serviços delegados;
- Penalidades a que estão sujeitos os prestadores de serviços por descumprimento dos regulamentos;
- Direitos e deveres dos usuários;
- Condições relativas à autorização, por titular ou titulares, para a contratação dos serviços prestados mediante contratos de concessão ou de programa;
- Condições relativas à autorização de serviços prestados por usuários organizados em cooperativas ou associações;
- Relações entre prestadores de diferentes atividades de um mesmo serviço.

Por sua vez, a fiscalização sobre as atividades vinculadas ao manejo dos resíduos poderá ser: (i) terceirizada pelo consórcio, (ii) realizada pelo próprio consórcio ou (iii) delegada à companhia de Saneamento do estado.

A regulação dos serviços de manejo de resíduos sólidos no Brasil, entretanto, tem sido pouco desenvolvida e poucas são as agências reguladoras que são criadas com esse fim.

6.7 AÇÃO DE FISCALIZAÇÃO: CONCEITOS E PROCEDIMENTOS

A fiscalização se configura como uma das principais atividades de uma agência reguladora. Para a operacionalização da fiscalização da prestação dos serviços pela agência reguladora no setor de saneamento, o instrumento utilizado é a ação de fiscalização. Essa pode ser colocada como o conjunto de etapas e procedimentos mediante os quais uma agência reguladora verifica o cumprimento das leis, normas e regulamentos aplicáveis à prestação dos serviços, notifica os eventuais descumprimentos e, se for o caso, aplica as sanções pertinentes.

Segundo a teoria regulatória, o importante na regulação é que todas as regras que orientam as competências dos entes participantes estejam acordadas de forma clara e objetiva, a fim de evitar conflitos, principalmente a assimetria de informações entre regulador e regulado.

Após a comunicação de fiscalização à concessionária, o setor competente da agência reguladora dá início às atividades de fiscalização propriamente ditas, que estão divididas em atividades preliminares, atividades de campo e relatório de fiscalização, cujos procedimentos objetivam:

- Aferir as informações previamente recebidas;
- Observar aspectos de infraestrutura: segurança, funcionalidade, adequação, reparação e manutenção, e adoção das normas técnicas regulamentares, entre outros;
- Conhecer os procedimentos e rotinas das áreas operacional e comercial;
- Verificar a adequação e coerência com os procedimentos especificados nas normas e regulamentos;
- Verificar o cumprimento da legislação em vigor e do contrato de concessão nas áreas operacional e comercial.

O setor técnico de saneamento da agência reguladora, dará início aos procedimentos administrativos com vistas à realização da ação de fiscalização

programada, formalizando-a através do envio de ofício à concessionária, cujo recebimento deverá ser protocolado.

6.8 DO CONTROLE SOCIAL

O controle social pode ser conceituado 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, dentre os quais estão: as atividades de coleta e transbordo, transporte, triagem para fins de reutilização ou reciclagem, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos e equiparados a urbanos por decisão do Poder.

Além de prever mecanismos que salvaguardem a participação efetiva dos usuários em qualquer instância do consórcio público, deve incluir, de forma expressa, a obrigação de se criar uma comissão composta também por representantes dos usuários, cuja atribuição é fiscalizar periodicamente os contratos de programa celebrados.

6.9 REFERÊNCIAS

FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Termo de referência para elaboração de planos municipais de saneamento básico**. Brasília-DF. Funasa: 2012.

GALVÃO JUNIOR, Alceu C. (Org) **Regulação**: procedimentos de fiscalização em sistemas de abastecimento de água. Fortaleza-CE: Expressão Gráfica e Editora/ARCE: 2006.

SCHNEIDER, Dan M.; RIBEIRO, Wladimir A.; SALOMONI, Daniel. **Orientações básicas para gestão consorciada de resíduos sólidos**. Brasília-DF. Editora labs: 2013.

7 ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICO-FINANCEIRA DA PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS CONSIDERANDO OS CENÁRIOS DOS OBJETIVOS, METAS

Na atual fase dos estudos referentes ao Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Lúna ainda não é possível dimensionar o volume de recursos necessários aos investimentos. Isso porque os custos somente serão levantados na fase de proposição dos programas, projetos e ações apresentada pelos consultores especialistas como soluções para os problemas verificados, sendo consideradas as informações e cenários prognosticados no presente relatório e elaborando-se em detalhes cada estratégia de ação.

Porém, no amplo Diagnóstico realizado para o município de Lúna; especificamente no que tange à evolução das receitas e despesas da administração pública municipal, bem como da sustentabilidade financeira dos serviços ligados aos quatro eixos do saneamento básico, foi possível dimensionar o tamanho do desafio para a sustentação econômica da gestão e da prestação dos serviços conforme os objetivos do Plano.

No Diagnóstico ficou clara a fragilidade na geração de receitas por meio da estrutura tributária municipal. Apesar disso, operado majoritariamente pela Cesan, percebeu-se que os sistemas de água e esgoto possuem importante sustentação financeira, o que permite uma análise mais independente. Para esses eixos de saneamento, foi apurado, conforme o diagnóstico, uma margem de exploração de 80,86%.

No que tange à administração pública a análise de alguns indicadores gerenciais das finanças públicas municipais podem indicar maior ou menor liberdade para o município lidar com o desafio da execução do PMSB. Na tabela a seguir são apresentados os indicadores selecionados bem como a fórmula de cálculo para cada um deles.

Quadro 7-1 - Descrição dos Indicadores Gerenciais das Finanças Públicas Municipais de Lúna-ES.

INDICADORES GERENCIAIS	FÓRMULAS DE CALCULO
Transferências Intergovernamentais x Geração de receita própria	$(\text{Receita Tributária} + \text{Cosip} + \text{Dívida Ativa dos Tributos} + \text{Multas e Juros de Mora dos Tributos} + \text{MJM da dívida ativa dos tributos}) / (\text{Receita Transf. Intergov. Corrente} - \text{deduções para a formação do Fundeb})$
Receita Tributária Per Capita	$\text{Receita Tributária} / \text{População Estimada IBGE 2015}$
Vinculação da Receita Corrente	$(\text{Vinculações receita educação} + \text{Vinculações receita saúde} + \text{demais vinculações}) * 100 / \text{RECEITA CORRENTE LÍQUIDA}$
Capacidade de Poupar	$(\text{Receitas Correntes} - \text{Deduções de Receita Corrente} - \text{Despesas Correntes} - \text{PES AD Operação entre Órgãos} - \text{ODC AD Entre Órgãos} - \text{I AD Operações entre Órgãos} - \text{IF AD Operação entre Órgãos} - \text{Amortização da Dívida}) / (\text{Receitas Correntes} - \text{Deduções de Receita Corrente})$
Resultado Fiscal	$(\text{Receita Total} - \text{Intra orç.} - (\text{Despesa empenhada total} - \text{Intra Orç.})) / (\text{Receita total} - \text{Receita intra orç.})$
Despesa per Capita com Prestação de Serviços	$(\text{Pessoal} - \text{Intra orç. (pessoal)} + \text{outras despesas correntes} - \text{intra orç. odc}) / \text{População Estimada IBGE 2015}$
Investimento per Capita	$\text{Investimento} / \text{População Estimada IBGE 2015}$
Endividamento Bruto	$(\text{Op. Cred. Interna e Externa em circulação} + \text{precatórios a partir de 05/05/2000} + \text{op. cred. internas e externas Longo Prazo} + \text{Obrig. legais e tributárias}) / \text{Receita Corrente Líquida}$
Nível de Investimento	$(\text{Investimento} - \text{Investimento Intra Orç.} + \text{Inversão Financeira} - \text{Inversão Financeira Intra Orç.}) / (\text{Rec. Total} - \text{Rec Intra Orç.})$

Fonte: IBGE Cidades/Siconfi/STN (2015).

Para o município de Lúna foram levantados esses indicadores para os anos de 2013 e 2014, tal como apresentado na tabela a seguir.

Tabela 7-1 - Apuração dos Indicadores Gerenciais das Finanças Públicas Municipais de Lúna-ES.

INDICADORES GERENCIAIS	2013	2014
1. Transferências Intergovernamentais x Geração de receita própria	1.00 X 0,06	1.00 X 0,07
2. Receita Tributária Per Capita	R\$ 82,63	R\$ 106,82
3. Vinculação da Receita Corrente	55,88%	54,27%
4. Capacidade de Poupar	9,02%	1,33%
5. Resultado Fiscal	3,71%	-2,37%
6. Despesa per Capita com Prestação de Serviços	R\$ 1.628,40	R\$ 1.873,06
7. Investimento per Capita	R\$ 133,89	R\$ 169,32
8. Endividamento Bruto	1,12%	0,59%
9. Nível de Investimento	7,38%	7,05%

Fonte: IBGE Cidades/Siconfi/STN (2015).

Dos indicadores gerenciais acima, cabem nota para alguns que podem revelar maior ou menor dificuldade na execução dos investimentos que serão apurados para a execução dos Planos, Programas, Projetos e Ações.

- Inicialmente chama-se a atenção para o 1º indicador que apura o grau de dependência municipal em relação às transferências intergovernamentais. Veja-se que em Lúna, a geração de receita própria apresenta uma baixíssima proporção

quando comparada com as transferências intergovernamentais, isso porque em média para cada R\$ 1,00 de transferência tem-se apenas R\$ 0,06 de receita própria gerada em 2013 e apenas R\$ 0,07 em 2014. Essa fragilidade de geração de receitas também pode ser verificada no segundo indicador. Isso mostra que o PMSB requererá do município de Lúna um alto esforço de captação de recursos;

- Apesar disso, houve um aumento na arrecadação própria, por habitante, o que revela um bom sinal ao município;
- Outro dado importante para ser comentado é a vinculação da receita corrente. Em Lúna, em 2014, apesar de mais da metade da receita possuir destinação definida em leis e/ou convênios, ainda existe uma alguma margem para a definição das áreas a serem investidas, o que aumenta a flexibilidade na elaboração da Lei Orçamentária Anual, possibilitando a inclusão das obras de saneamento básico;
- A capacidade de poupar de Lúna caiu drasticamente de 9,02% em 2013 para apenas 1,33% em 2014. Isso refletiu na deterioração do resultado fiscal, que caiu de 3,71% em 2013 para -2,37% em 2014, o que revela uma situação grave de piora nas contas públicas do município.
- Os investimentos realizados por habitante, entretanto, subiram, o que é um importante sinal quanto a construção da infraestrutura necessária à prestação de serviços pelo município.
- O nível de investimentos para o município permaneceu praticamente inalterado no período, em torno de 7%

Um esforço de simulação financeira, bem como a indicação das fontes, modelos e estratégias de financiamento dos subsídios necessários à universalização dos serviços de saneamento básico em Lúna serão objeto da próxima etapa desse estudo.

8 PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA)

8.1 ESTIMATIVA DAS DEMANDAS POR SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO PARA TODO O PERÍODO DO PMSB

O Diagnóstico Situacional procurou identificar e retratar o estágio atual da gestão dos serviços, envolvendo os aspectos quantitativos e qualitativos operacionais e das infraestruturas atinentes à prestação do serviço de abastecimento de água do Município de Lúna. Para isso, foram levantadas a situação e a descrição do estado atual do sistema de abastecimento de água do município, identificando as suas deficiências e causas relacionadas à situação da oferta e do nível de atendimento, às condições de acesso e à qualidade da prestação do serviço. Também foram identificados os aspectos estrutural e operacional e suas dimensões quantitativas e qualitativas relativos ao planejamento técnico (Plano Diretor, estudos e projetos), à cobertura do atendimento, às infraestruturas e instalações, às condições operacionais, à situação dos mananciais, à existência de soluções alternativas de abastecimento, aos aspectos de capacidade de atendimento futuro, entre outros.

O panorama geral apresentado pelo diagnóstico dos sistemas de abastecimento de água evidenciou a necessidade de melhorias nos sistemas atuais para o atendimento das demandas populacionais. Essa constatação permite propor ações para maximizar o atendimento das demandas atuais e futuras do município de Lúna, bem como iniciar o planejamento e definir os investimentos necessários à proteção e recuperação dos mananciais, à ampliação das unidades do SAA, ao controle das perdas físicas e ao uso racional da água, especialmente a potável.

8.1.1 Diretrizes Gerais Adotadas

Esta etapa do trabalho envolve a formulação de estratégias para estabelecimento dos objetivos e metas relacionadas ao eixo de abastecimento de água do PMSB do município de Lúna com a definição de alternativas para universalização do serviço de abastecimento de água. Para tanto, foram definidas diretrizes gerais a serem utilizadas como princípios básicos na construção de todas as alternativas descritas no âmbito deste Prognóstico:

- O princípio de racionalidade econômica na prestação dos serviços, segundo o qual a prestadora de serviço deve contribuir efetivamente para o atendimento das metas públicas e não o inverso, dentro da ideia de se racionalizar ao máximo os recursos disponíveis para a satisfação mais plena possível das necessidades coletivas;
- O pleno entendimento de que a água é um recurso escasso, dotado de valor econômico e essencial à vida, conforme os princípios emanados da Política Nacional de Recursos Hídricos;
- As ações de controle de perdas e uso racional da água deverão privilegiar, sobretudo, os ganhos destinados à coletividade, para as atuais e para as futuras gerações, decorrentes da conservação do recurso água;
- Ações de uso racional da água passam, obrigatoriamente, por uma necessidade de mudança de comportamento individual, através da conscientização individual de que este recurso natural essencial depende intrinsecamente do comportamento coletivo e de que a água doce é um recurso finito dotado de valor econômico sendo a sua conservação de responsabilidade de todos e não apenas do governo ou da companhia de saneamento;
- Obediência ao padrão de potabilidade e sujeição à vigilância da qualidade da água (Portaria nº 2.914/11).

8.1.2 Responsabilidades pelos Serviços de Abastecimento de Água

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (CRFB/88) consagrou o município como entidade federativa indispensável, incluindo-o na organização político-administrativa da República Federativa do Brasil, garantido plena autonomia administrativa, financeira e política, conforme preceitua art. 18, caput 2, do mandamento constitucional em vigor.

A divisão das competências para prestação de serviço público pelas entidades estatais – União, Estado, Distrito Federal e Município – visa sempre ao interesse próprio de cada esfera administrativa, à natureza e extensão dos serviços e ainda à capacidade para executá-los vantajosamente para a Administração e para os administradores, sempre respeitando o princípio da predominância de interesse.

Nesse contexto, a Constituição Federal de 1988, em seu art. 30, V3, institui competência para organizar e prestar os serviços públicos de interesse local dos municípios, assegurando sua autonomia administrativa. Interpretar essa disposição constitucional significa dizer que serviço público de saneamento básico é claramente atribuído aos municípios, sendo este ente federado competente para prestá-lo e organizá-lo haja vista o interesse local ou predominantemente local destes serviços.

Assim, uma política de saneamento deve partir do pressuposto de que o município tem autonomia e competência constitucional sobre a gestão dos serviços de saneamento básico, no âmbito de seu território, respeitando as condições gerais estabelecidas na legislação nacional sobre o assunto. Nesse sentido, o documento 18 elaborado pelo Ministério das Cidades — Peças Técnicas Relativas a Planos Municipais de Saneamento Básico (BRASIL, 2009, p.247) disserta:

Apesar desses dispositivos constitucionais, foi somente com a Lei Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007) que se estabeleceram as diretrizes normativas nacionais, disciplinando de forma mais clara o exercício, pelos titulares, das funções de gestão dos serviços de saneamento básico.

Nesse contexto, o decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010, o qual regulamenta a Lei nº 11.445/2007, elenca três formas de prestação dos serviços públicos de saneamento básico: prestação direta, por meio de órgão de sua administração direta ou por autarquia; prestação indireta, mediante delegação por meio de concessão, permissão ou autorização; e a gestão associada,

O Sistema de Abastecimento de Água (SAA) de Iúna é operado pela CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento nas áreas urbanas dos distritos Sede e Pequiá, nos distritos de Nossa Senhora das Graças, Santíssima Trindade e São João do Príncipe os sistemas são operados pelo próprio município ou pela população local por meio de sistemas do Pró Rural ou por meio sistemas alternativos.

A CESAN é responsável pelo conjunto de serviços, manutenção de infraestrutura e instalações operacionais relacionados ao abastecimento de água nas localidades em que tem a concessão dos serviços. A CESAN possui um documento chamado “Regulamento dos serviços públicos de água e de esgotos”,

aprovado pela Deliberação Nº 3470/2009 do Conselho de Administração da CESAN, que estabelece as disposições gerais relativas à prestação dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário a serem observadas pela CESAN, nos termos da Lei nº. 11.445 de 05 de janeiro de 2007 (lei das diretrizes nacionais para o saneamento básico), e pelos clientes. O capítulo III deste documento define a competência da CESAN no seu exercício nos municípios que tem contrato com a mesma.

CAPÍTULO III

DA COMPETÊNCIA

Art. 3º - A CESAN é uma sociedade de economia mista estadual, constituída pela Lei n.º 2.282, de 8 de fevereiro de 1967, alterada pelas leis nº 4.809/93, nº 6.863/01, nº 6.679/01, nº 7.734/04, e regulamentada pelo Decreto nº 2.575, de 11 de setembro de 1967, para o exercício das atividades relacionadas com os serviços públicos de água e esgotos sanitários, coleta e tratamento de lixo e 49 combate a vetores, na área de sua jurisdição, sob a forma de concessão municipal, ou outorga, por disposição legal. Parágrafo único - É competência da CESAN: I – planejar, projetar, executar, ampliar, remodelar e explorar industrialmente, serviços de abastecimentos de água e esgotos sanitários, coleta e tratamento de lixo e combate de vetores; II – promover investigações, pesquisas, levantamentos, estudos econômicos e financeiros relacionados com projetos de serviços de água e esgotos; III – exercer quaisquer atividades e aperfeiçoamento da operação e manutenção dos serviços; IV – fixar tarifas dos diversos serviços e reajustá-los periodicamente, de modo que atendam tanto quanto possível à amortização do investimento inicial, pagamento dos custos de operação e manutenção e acúmulo de reservas para o financiamento da expansão; V – cumprir a política de saneamento formulada pelo órgão competente e divulgá-la, através de programas educativos; VI – arrecadar as importâncias devidas pela prestação de seus serviços; VII – prestar serviços técnicos e industriais, remunerados, inclusive particulares, ligados ao seu objetivo principal. Art. 4º - A CESAN promoverá, na forma da legislação vigente, ou quando previsto no respectivo contrato de concessão, a desapropriação por utilidade ou necessidade pública, ou constituirá servidões necessárias à prestação, melhoramento, ampliação e conservação dos serviços públicos de água e esgoto.

Sendo assim, o PMSB tem a importante função de promover a compreensão e a materialização do fato de que a Companhia de Saneamento, a administração municipal e a sociedade são partes do mesmo processo de gestão sustentável dos recursos hídricos que procura garantir o acesso seguro à água de qualidade, agora e no futuro, bem indispensável para a sobrevivência humana e para o desenvolvimento de suas atividades econômicas.

8.1.3 Demandas pelos Serviços de Abastecimento de Água

8.1.3.1 Demanda pelos serviços

O prognóstico visa determinar os objetivos e metas para atendimento ao plano dentro do horizonte estabelecido, no caso, 20 anos. Além disso, visa a expectativa de universalização de 100% dos serviços de abastecimento de água nas áreas urbanas e rurais do município até o final dos 20 anos.

No município de Lúna, foi levantado na fase de diagnóstico que os sistemas de abastecimento de água operados ou não pela CESAN totalizam 5 unidades denominadas Sede, Nossa Senhora das Graças, Pequiá, Santíssima Trindade e São João do Príncipe. O Quadro 8-1 ilustra os distritos no município de Lúna para os quais foram obtidas informações que possibilitaram análise dos SAA.

Quadro 8-1 – Distritos do município de Lúna.

Distrito	Perímetro urbano/Comunidade
Sede	Sede
	Serrinha
Nossa Senhora das Graças	Nossa Senhora das Graças
Pequiá	Pequiá
	Laranja da Terra
Santíssima Trindade	Santíssima Trindade
São João do Príncipe	São João do Príncipe
	Boa Sorte/Santa Clara
	Rio Claro

Fonte: Autoria própria.

Ao analisar o diagnóstico do município apresentado, foram identificadas algumas demandas existentes na área de abastecimento de água:

- Faltam informações sobre os sistemas dos distritos,
- Alguns pontos de captação apresentam problemas com cheias,

- ETA de São João do Príncipe encontra-se em mau estado de conservação,
- Reservatório apoiado de Nossa Senhora das Graças necessita de reparos,
- Reservatórios de São João do Príncipe em más condições de operação,
- Comunidade de Bom Sucesso utiliza também água direta de nascentes,
- Existem irregularidade no fornecimento de água em alguns pontos da sede,
- Não há universalização dos sistemas.

8.1.3.2 Alternativas para o Atendimento das Demandas

A partir dos dados levantados no diagnóstico foi possível verificar e calcular as diversas variáveis apresentadas por meio de indicadores de desempenho relacionados à medição dos serviços de abastecimento de água e redução de perdas.

Tendo em vista a busca pela universalização do atendimento das demandas atuais e futuras e a importância do uso racional da água potável, o Quadro 8-2 apresenta alternativas para a construção de cenários do serviço de abastecimento de água de Lúna ao longo dos horizontes de planejamento.

Quadro 8-2 – Alternativas para construção de cenários de funcionamento do SAA.

Parâmetro	Alternativas	Cenários
		1
Índice de atendimento (%)	Elevação do índice de atendimento até a universalização do serviço	
Consumo per capita (L/hab.dia)	Manutenção do consumo per capita de água	
Índice de perdas na distribuição (%)	Manutenção do índice de perdas no sistema de distribuição	

Fonte: Autoria própria.

Diante do exposto, os sistemas de abastecimento de Lúna foram analisados com base nos indicadores técnicos e operacionais apresentados no diagnóstico e na área de abrangência do mesmo.

Através da análise por sistema de abastecimento serão apresentadas as referidas alternativas de demandas.

- **Distrito Sede – Demanda Urbana**

Para o caso do sistema sede de Lúna cujo índice de atendimento urbano é da ordem de 83%, traçou-se uma hipótese de que essa variável se elevará até atingir 100% da população atendida, alcançando o objetivo de universalização dos serviços no Ano 10. Como o índice de atendimento em Lúna é considerado alto, tendo em vista a porcentagem de domicílios com suas economias ativas e em pleno funcionamento, os investimentos nesse setor podem ser atingidos no médio prazo. A Tabela 8-1 ilustra o cenário para evolução do índice de atendimento relativa à demanda urbana do distrito Sede.

Tabela 8-1 - Cenário para evolução do índice de atendimento.

Prazo Ano	Imediato		Curto Prazo		Médio Prazo		Longo Prazo	
	Ano 1	Ano 3	Ano 4	Ano 8	Ano 9	Ano 12	Ano 13	Ano 20
Atendimento (%)	83	87	89	96	98	100	100	100

Fonte: Aatoria própria.

As alternativas apresentadas vislumbraram as hipóteses de manutenção do valor consumido por habitante através de ações e movimentos de educação ambiental onde as pessoas seriam conscientizadas e levadas a entender a necessidade em se proceder à redução do volume de água utilizado por cada uma delas, tendo em vista o baixo valor do consumo per capita diagnosticado no município, optou-se como cenário, manter esse valor, a fim de reduzir impactos futuros advindos da não observação de práticas voltadas para esse fim.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estabelece o consumo mínimo per capita de 100 litros diários de água - o suficiente para uma pessoa saciar a sede, ter uma higiene adequada e preparar os alimentos. No Brasil, costuma-se adotar quotas médias "per capita" diárias de 120 a 200 litros (BRITO, 2016). A maioria dos órgãos oficiais adotam 200 litros/habitante/dia para as grandes cidades, 150 litros/habitante/dia para médias e pequenas. O município de Lúna apresenta um índice per capita de 155 L/hab.dia, que é próximo ao esprado para o porte do município. Desta forma, será considerado um consumo per capita mínimo de 155 litros diários de água, a ser mantido a longo prazo.

A Tabela 8-2 ilustra o cenário para evolução do consumo per capita relativo à demanda urbana do distrito Sede.

Tabela 8-2 - Cenário para evolução consumo per capita.

	Imediato		Curto Prazo		Médio Prazo		Longo Prazo	
Ano	Ano 1	Ano 3	Ano 4	Ano 8	Ano 9	Ano 12	Ano 13	Ano 20
Consumo (L/hab.dia)	155	155	155	155	155	155	155	155

Fonte: Autoria própria.

O índice de perda na distribuição do município em 2014 foi de 15,00%, o qual deverá ser mantido ao longo da projeção dos anos, uma vez que é considerado um índice baixo. Salienta-se que este valor é baixo se comparado à realidade da maioria dos municípios brasileiros, portanto, será mantido.

A Tabela 8-3 ilustra o cenário para evolução do índice de perdas relativo à demanda urbana do distrito Sede.

Tabela 8-3 - Cenário para evolução do índice de perdas.

	Imediato		Curto Prazo		Médio Prazo		Longo Prazo	
Ano	Ano 1	Ano 3	Ano 4	Ano 8	Ano 9	Ano 12	Ano 13	Ano 20
Perdas (%)	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0

Fonte: Autoria própria.

- **Demais distritos - Demanda urbana**

Aplicam-se para as áreas urbanas de todos os distritos os valores previstos nos Quadros 8-3 a 8-5, ou seja, alcance da universalização dos serviços de abastecimento de água a partir do Ano 10, manutenção do consumo per capita em 155 litros/habitante/dia e manutenção do índice de perdas em 24,0%.

- **Todos os distritos - Demanda rural**

Para as áreas rurais dos distritos admitiu-se um atendimento no Ano 0 de 3% com uma estratégia de evolução no atendimento para universalização no Ano 20, conforme ilustra a Tabela 8-4.

Tabela 8-4 - Cenário para evolução do índice de atendimento nas áreas rurais dos distritos.

Prazo	Imediato		Curto Prazo		Médio Prazo		Longo Prazo	
Ano	Ano 1	Ano 3	Ano 4	Ano 8	Ano 9	Ano 12	Ano 13	Ano 20
Atendimento (%)	4	14	19	39	44	59	65	100

Fonte: Autoria própria.

Quanto ao consumo per capita adotou-se os mesmos valores constantes na Tabela 8-2.

Para o índice de perdas, como ainda deverão ser implantados todos os sistemas, ou seja, serão constituídos por instalações novas, admitiu-se um valor de 25%. Estes sistemas, provavelmente, serão pertencentes ao programa Pró-Rural cuja manutenção e operação são de responsabilidade da comunidade atendida com assistência da CESAN e/ou da administração municipal.

8.1.3.3 Objetivos e Metas

O Quadro 8-3 apresenta os objetivos e metas pretendidos com a implantação do PMSB para atendimento da demanda do município de Lúna.

Quadro 8-3 – Objetivos e metas para o município de Lúna

Água					
		Demanda	Solução	Metas (prazo)	Prioridade
Informações Gerais		1. Não há informações a respeito da adutora de água bruta nos distritos.	2. Levantamento de informações de localização, comprimento, material e diâmetro das adutoras existentes	Curto	Médio
		3. Necessidade de levantamento de informações a respeito dos índices de cobertura e atendimento, do número de ligações e de economias nos distritos.	2. Levantamento de informações dos índices de cobertura e atendimento, do número de ligações e de economias nos distritos	Curto	Média
		4. Não há informações a respeito da adutora de água tratada na sede e nos distritos.	4. Levantamento de informações de localização, comprimento, material e diâmetro das adutoras existentes	Curto	Média
		5. Índice de atendimento de 83% áreas urbanas	5. Atender 100% da população urbana	Médio	Alta
		6. Índice de atendimento de 83% áreas rurais	6. Atender 100% da população urbana	Longo	Alta
		7. Dificuldade quanto aos nomes das localidades atendidas por cada sistema	7. Mapeamento das áreas atendidas por cada sistema	Curto	Média
		8. Falta de informações a respeito dos Pró-rurais existentes no município.	8. Criar banco de dados com informações de forma de vazões captadas, existência de tratamento e de monitoramento.	Curto	Média
		Distrito	Perímetro urbano/ Comunidade	Demandas	Solução
Sede	Sede	1. Não há monitoramento da água bruta	1. Implantar sistema de monitoramento da água bruta	Curto	Média
		2. Alguns parâmetros de controle de qualidade da água fora do padrão de potabilidade	2. Verificar eficiência do tratamento	Curto	Alta
	Serrinha	1. Não há monitoramento da água bruta	1. Implantar sistema de monitoramento da água bruta	Curto	Média
		2. Não possui sistema de tratamento de água	2. Implantar sistema de tratamento da água, assim como o monitoramento de sua qualidade	Curto	Alta
Nossa Senhora		1. Não há monitoramento da água bruta	1. Implantar sistema de monitoramento da água bruta	Curto	Média

das Graças	Nossa Senhora das Graças	1. Não são monitorados todos os parâmetros exigidos pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde	1. Implantar monitoramento dos demais parâmetros exigidos pela portaria.	Curto	Alta
		2. Mau estado de conservação da Estação de tratamento de água e do Reservatório.	2. Manutenção na estrutura física da ETA e do reservatório	Curto	Média
		3. Não há informações sobre a vazão de captação e outorga de captação;	3. Regularização e/ou divulgação da situação das outorgas das captações e levantamento de informações sobre a vazão de captação	Curto	Média
Pequiá	Pequiá	1. Vazão de captação maior do que a outorgada (Captada: 1,6 L/s e outorgada: 1,2 L/s)	1. Readequação da outorga ou estudo de uma nova fonte de captação afim de suprir a demanda.	Curto	Alta
		2. Não há monitoramento da água bruta	2. Implantar sistema de monitoramento da água bruta	Curto	Média
		2. Não são monitorados todos os parâmetros exigidos pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde	2. Implantar monitoramento dos demais parâmetros exigidos pela portaria.	Curto	Alto
	Laranja da Terra	1. A ETA está desativada (Modelo Pró-rural)	1. Estudo de viabilidade e reativação da ETA e/ou construção de outra unidade.	Curto	Alta
		2. Não há monitoramento da água bruta	2. Implantar sistema de monitoramento da água bruta	Curto	Média
		3. Não há informações o local de captação, vazão de captação e outorga de captação;	3. Regularização e/ou divulgação da situação das outorgas das captações e levantamento de informações sobre o local de captação e vazão de captação	Curto	Média
Santíssima Trindade	Santíssima Trindade	1. Não há monitoramento da água bruta	1. Implantar sistema de monitoramento da água bruta	Curto	Média
		3. Não são monitorados todos os parâmetros exigidos pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde	3. Implantar monitoramento dos demais parâmetros exigidos pela portaria.	Curto	Alto
		2. Mau estado de conservação da ETA	3. Manutenção na estrutura física da ETA	Curto	Média
		3. Não há informações sobre a vazão de captação e outorga de captação;	4. Regularização e/ou divulgação da situação das outorgas das captações e levantamento de informações sobre a vazão de captação	Curto	Média

São João do Príncipe	São João do Príncipe	1. A ETA está desativada	1. Estudo de viabilidade e reativação da ETA e/ou construção de outra unidade.	Curto	Alta
		2. Não há monitoramento da água bruta	2. Implantar sistema de monitoramento da água bruta	Curto	Média
		3. Mau estado de conservação da ETA e do Reservatório.	3. Manutenção na estrutura física da ETA	Curto	Média
		4. Não há informações o local de captação, vazão de captação e outorga de captação;	4. Regularização e/ou divulgação da situação das outorgas das captações e levantamento de informações sobre o local de captação e vazão de captação	Curto	Média
	Boa Sorte/Santa Clara	1. Não possui sistema de tratamento de água	1. Implantar sistema de tratamento da água, assim como o monitoramento de sua qualidade	Curto	Alta
		2. Não há monitoramento da água bruta	2. Implantar sistema de monitoramento da água bruta	Curto	Média
		3. Não há informações sobre a vazão de captação e outorga de captação;	3. Regularização e/ou divulgação da situação das outorgas das captações e levantamento de informações sobre a vazão de captação	Curto	Média
	Rio Claro	1. Não possui sistema de tratamento de água	1. Implantar sistema de tratamento da água, assim como o monitoramento de sua qualidade	Curto	Alta
		2. Não há monitoramento da água bruta	2. Implantar sistema de monitoramento da água bruta	Curto	Média
		3. Não há informações sobre a vazão de captação e outorga de captação;	3. Regularização e/ou divulgação da situação das outorgas das captações e levantamento de informações sobre a vazão de captação	Curto	Média

Fonte: Autoria própria.

8.1.4 Indicadores e índices de desempenho

O desempenho do sistema de abastecimento de água pode ser acompanhado pelas empresas de saneamento através dos indicadores percentuais. A partir dos dados levantados no diagnóstico é possível verificar e calcular as diversas variáveis destes indicadores de desempenho relacionados à medição dos serviços de abastecimento de água e redução de perdas. Alguns desses indicadores são mostrados a seguir.

Os indicadores apresentados são úteis na avaliação objetiva, no monitoramento e no acompanhamento dos Planos de Saneamento Básico e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do município como um todo.

- **Índice de Atendimento Total de Água**

$$\text{Índice de Atendimento Total} = \frac{\text{Pop. total atendida com abastecimento de água}}{\text{Pop. total residente do(s) município(s) com abastecimento de água}} \times 100$$

- **Índice de Atendimento Urbano de Água**

$$\text{Índice de Atendimento Urbano de Água} = \frac{\text{Pop. urbana atendida com abastecimento de água}}{\text{Pop. urbana residente do(s) município(s) com abastecimento de água}} \times 100$$

Os indicadores de índices de atendimento total e urbano de água traduzem a porcentagem da população efetivamente ligada à rede e, portanto, atendida pelo serviço.

Outro indicador é o consumo médio por habitante ou per capita. Este dado é obtido através da razão entre o volume de água consumido pela população e o número de pessoas atendidas pelo sistema de abastecimento de água, conforme mostrado a seguir:

- **Consumo per capita total de Água**

$$\text{Consumo per capita de água} = \frac{\text{Volume de água consumido}}{\text{Pop. total residente do(s) município(s) com abastecimento de água}}$$

- **Consumo per capita urbano de Água**

$$\text{Consumo per capita de água} = \frac{\text{Volume de água consumido}}{\text{Pop. urbana residente do(s) município(s) com abastecimento de água}}$$

Não menos importante que os demais, o índice de perdas na distribuição reflete o volume de água produzido que não foi efetivamente consumido. Essas perdas ocorrem ao longo do sistema de abastecimento, tendo diversas causas possíveis, dentre elas, vazamentos, ligações clandestinas, entre outros.

O desempenho com relação às perdas deve ser acompanhado pelas empresas de saneamento através dos indicadores percentuais: Índice de Perdas na Distribuição (IPD) e Índice de Perdas de Faturamento (IPF).

Dessa forma, deve ser utilizado o indicador selecionado para acompanhamento das ações realizadas para o controle de perdas, que no caso do município de Lúna será o Índice de Perdas na distribuição (IPD).

Considerando que para acesso a recursos de investimentos em Programas do Ministério das Cidades é obrigatória a adimplência do Proponente junto ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, são apresentados a seguir os três indicadores de perdas contidos no referido Sistema que utilizam em suas fórmulas volumes anualizados, ou seja, representam a média dos dados dos últimos 12 meses. Os indicadores são descritos a seguir:

- **Índice de Perda por Ligação (IPL):**

$$\text{Índice de Perdas por Ligação (IPL)} = \frac{\text{Vol. Disponibilizado} - \text{Vol. Água de Serviço} - \text{Vol. Consumido}}{(\text{N}^\circ \text{ Ligações ativas do mês} + \text{N}^\circ \text{ Ligações ativas do mês do ano anterior}) / 2 \times 360 \text{ dias}}$$

A fórmula de cálculo do Índice de Perdas por Ligação (IPL) segundo metodologia da IWA – International Water Association.

$$\text{Índice de Perdas por Ligação (IPL)} = \frac{\text{Vol. Disponibilizado} - \text{Vol. Água de Serviço} - \text{Vol. Consumido}}{\text{Média de ligações dos últimos 12 meses} \times 365 \text{ dias}}$$

- **Índice de Perda na Distribuição (IPD):**

$$\text{Índice de Perdas na Distribuição (IPD)} = \frac{\text{Vol. Disponibilizado} - \text{Vol. Água de Serviço} - \text{Vol. Consumido}}{(\text{Vol. Disponibilizado} - \text{Vol. Consumido})}$$

- **Índice de Perda de Faturamento (IPF):**

$$\text{Índice de Perdas de Faturamento (IPF)} = \frac{\text{Vol. Disponibilizado} - \text{Vol. Água de Serviço} - \text{Vol. Faturado}}{(\text{Vol. Disponibilizado} - \text{Vol. Faturado})}$$

A seguir são apresentadas definições que constam no glossário do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) acerca dos índices e indicadores:

- **População Total Atendida com Abastecimento de Água:** Valor da população total atendida com abastecimento de água pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência. Corresponde à população urbana que é efetivamente atendida com os serviços acrescida de outras populações atendidas localizadas em áreas não consideradas urbanas. Essas populações podem ser rurais ou mesmo com características urbanas, apesar de estarem localizadas em áreas consideradas rurais pelo IBGE.
- **População Total Residente do(s) município(s) com Abastecimento de Água:** segundo o IBGE: Valor da soma das populações totais residentes (urbanas e rurais) dos municípios -sedes municipais e localidades- em que o prestador de serviços atua com serviços de abastecimento de água (aplica-se aos dados agregados da amostra de prestadores de serviços). Inclui tanto a população beneficiada quanto a que não é beneficiada com os serviços. Quando o prestador de serviços é de abrangência local, o valor deste campo corresponde à população total residente (urbana e rural) do município. Para cada município é adotada no SNIS a estimativa realizada anualmente pelo IBGE, ou as populações obtidas por meio de Censos demográficos ou Contagens populacionais também do IBGE
- **População Urbana Atendida com Abastecimento de Água:** Valor da população urbana atendida com abastecimento de água pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência. Corresponde à população urbana que é efetivamente atendida com os serviços
- **População Urbana Residente do(s) município(s) com Abastecimento de Água, segundo o IBGE:** Valor da soma das populações urbanas residentes nos municípios em que o prestador de serviços atua com serviços de abastecimento de água (aplica-se aos dados agregados da amostra de prestadores de serviços). Inclui tanto a população beneficiada quanto a que não é

beneficiada com os serviços. Para cada município é adotada no SNIS uma estimativa usando a respectiva taxa de urbanização do último Censo ou Contagem de População do IBGE, multiplicada pela população total estimada anualmente pelo IBGE.

- **Volume Disponibilizado:** Volume anual de água disponível para consumo, compreendendo a água captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada, ambas tratadas na(s) unidade(s) de tratamento do prestador de serviços, medido ou estimado na(s) saída(s) da(s) ETA(s).
- **Volume Consumido:** Volume anual de água consumido por todos os usuários, compreendendo o volume micromedido, o volume de consumo estimado para as ligações desprovidas de hidrômetro ou com hidrômetro parado e o volume de água tratada exportado.
- **Volume Faturado:** Volume anual de água debitado ao total de economias (medidas e não medidas), para fins de faturamento. Inclui o volume de água tratada exportado.
- **Volume de água de serviço:** Valor da soma dos volumes anuais de água usados para atividades operacionais e especiais, com o volume de água recuperado.
- **Volume de água para atividades operacionais:** Volume de água utilizado como insumo operacional para desinfecção de adutoras e redes, para testes hidráulicos de estanqueidade e para limpeza de reservatórios, de forma a assegurar o cumprimento das obrigações estatutárias do operador.
- **Volume de água para atividades especiais:** Volume de água utilizado para usos especiais, enquadrando-se nesta categoria, os consumos dos prédios próprios do operador, os volumes transportados por caminhões-pipa, os consumidos pelo corpo de bombeiros, os abastecimentos realizados a título de suprimentos sociais, como para favelas e chafarizes, por exemplo, os usos para lavagem de ruas e rega de espaços verdes públicos, e os fornecimentos para obras públicas.
- **Volume de água recuperado:** Volume de água recuperado em decorrência da detecção de ligações clandestinas e fraudes, coincidência retroativa dentro do ano de referência. Informação estimada em função das características das

ligações eliminadas, baseada nos dados de controle comercial (ganho recuperado e registrado com a aplicação de multas).

Para o sistema de abastecimento de água potável, além destes indicadores, também podem ser selecionados os indicadores conforme apresentado no Quadro 8-4.

Quadro 8-4 – Indicadores do Sistema de Abastecimento de Água.

Indicador	Composição da Fórmula	Pontuação	Objetivos e Finalidade
Índice de Cobertura de serviço de água $I_{ca}=(D_{ua}/D_{ut}) \times 100$	D_{ua} = domicílios atendidos; D_{ut} = domicílios totais	O próprio valor do indicador	Quantificar os domicílios atendidos por sistemas de abastecimento de água com controle sanitário
Indicador de Disponibilidade Hídrica $IDH=VN/DH \times 100$	IDH = indicador de disponibilidade hídrica, em percentagem; VN = Volume necessário, em m ³ , para atender 100% das demandas hídricas da bacia ou sub-bacia hidrográfica, no horizonte mínimo de 10 anos; e DH = disponibilidade hídrica, em m ³ , para abastecimento público, no local solicitado pelo operador, considerando os mananciais superficiais e subterrâneos	IDH < 0,2 → Recursos Hídricos Abundantes (Geralmente não haverá restrições para obter outorga para todos os usuários); 0,2 < IDH < 0,5 → Recursos Hídricos Controlados (Haverá restrições para obter outorgas para maioria dos usuários); IDH > 0,5 → Recursos Hídricos Escassos (Haverá restrições para obter outorgas para todos os usuários)	Comparar a oferta de recursos hídricos com as todas as demandas, atuais e futuras, nas bacias ou sub-bacias hidrográficas e/ou aquíferos subterrâneos, com a capacidade de produção instalada, e programar novos sistemas ou ampliação dos sistemas de produção de água para abastecimento
Índice de Perdas de Faturamento (IPF)	$IPF = (\text{volume total de água produzida} / \text{volume total de água faturada}) \times 100$	O próprio valor do indicador	Avaliar perda de faturamento
Índice de Perdas na Distribuição (IPD)	$IPD = (\text{volume de água macromedido na produção}) / (\text{volume micromedido} + \text{volume estimado})$	O próprio valor do indicador	Avaliar perda na distribuição
Isa - Indicador de Saturação do Sistema Produtor $n = \log CPVP(K2/K1) \times \log(1+t)$	n = número de anos em que o sistema ficará saturado; VP = Volume de produção necessário para atender 100% da população atual; CP = Capacidade de produção; t = Taxa de crescimento anual média da população urbana para os 5 anos subsequentes ao ano da elaboração do ISA (projeção Seade); K1 = perda atual; K2 = perda prevista para 5 anos	Sistema Superficial: $n \geq 3 \rightarrow Isa = 100$ $3 > n > 0 \rightarrow Isa = \text{interpolador}$ $n \leq 0 \rightarrow Isa = 0$	Comparar a oferta e demanda de água e programar ampliações ou novos sistemas produtores e programas de controle e redução de perdas
Índice de Cobertura da Micromedição (ICMi)	$ICMi = (\text{total de ligações com hidrômetros} / \text{total de ligações de água}) \times 100$	O próprio valor do indicador	Avaliar cobertura da micromedição

Indicador	Composição da Fórmula	Pontuação	Objetivos e Finalidade
Índice de Macromedição na Produção (IMP)	IMP = (total de pontos com medidores nas saídas das ETAs / total de pontos nas saídas das ETAs)x100	O próprio valor do indicador	Avaliar a evolução da macromedição na produção
Iqa - Indicador de Qualidade de Água Distribuída Iqa= K x (NAA/NAR) x 100	K = n° de amostras realizadas/ n° mínimo de amostras a serem efetuadas pelo SAA, de acordo com a Legislação; NAA = quantidade de amostras consideradas como sendo de água potável relativa a colimetria, cloro e turbidez (mensais); NAR = quantidade de amostras realizadas (mensais) onde $K \leq 1$	Iqa = 100% → 100 95% ≤ Iqa < 100% → 80 85% ≤ Iqa < 95% → 60 70% ≤ Iqa < 85% → 40 50% ≤ Iqa < 70% → 20 Iqa < 50% → 0	Monitorar a qualidade da água fornecida

Fonte: Autoria própria.

8.2 CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS E EVOLUÇÃO – PROSPECTIVA DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO – PPE

8.2.1 Parâmetros de Projeção das Demandas

Conforme estabelecido pelo termo de referência do PMSB/Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano (SEDURB), o planejamento das ações deverá acontecer para um horizonte de 20 anos. Portanto, as demandas e respectivas ações necessárias para atendimento às metas propostas são estratificadas em horizontes parciais de tempo:

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

Para atender as demandas advindas pelas necessidades presentes e pela projeção do crescimento do sistema, é necessário visualizar as projeções do crescimento do município em termos populacionais, bem como as localidades carentes, que ao longo do tempo deverão ser incluídas ao sistema e atendidas, conforme as metas estabelecidas neste plano.

Para estimar as demandas de água foram adotados os seguintes parâmetros e critérios:

- ***População Atendida (P)***

Adotou-se como população atendida aquelas obtidas pela projeção populacional realizada com base nos dados censitários do IBGE dos anos de 2000 e 2010. Foram consideradas as populações total, rural e urbana, sendo estas consideradas de acordo com os dados fornecidos pelo IBGE, no qual apresenta a contagem populacional por distrito de acordo com os valores dos dados do SNIS no período de 2010 a 2014.

- ***Per capita (q_{pc})***

Conforme apresentado anteriormente, o consumo médio per capita do município é de 155 L/hab.dia (áreas urbanas e rurais).

- **Coeficientes K1, K2**

Esses são os coeficientes de maior vazão diária e horária, respectivamente. Como não existem dados locais comprovados oriundos de pesquisas, utilizam-se os valores recomendados pela NBR 9649/1986, conforme listados a seguir:

- Coeficiente de máxima vazão diária (K1): 1,2;
- Coeficiente de máxima vazão horária (K2): 1,5.

- **Demanda de consumidores singulares**

Os grandes consumidores possuem vazões elevadas e consumo localizado, de forma que as suas demandas são somadas à demanda doméstica. No entanto, devido à falta de informações sobre estes grandes consumidores no município, o cálculo da demanda será restrito à demanda doméstica.

8.2.2 Projeções Futuras das Demandas por Abastecimento de Água

A demanda pelo serviço, em termos de vazão necessária para atendimento, foi estimada considerando uma projeção populacional com base nos dados censitários do IBGE dos anos de 2000 e 2010. Para projeção futura foram adotados três cenários com as características de crescimento baixo, médio e alto. Assim é possível verificar a projeção da demanda por água potável ao longo dos 20 anos de horizonte de tempo do plano, considerando a universalização dos serviços, ou seja, considerando que 100% do município seja atendido pelo SAA.

No entanto, para a estimativa da vazão de água no horizonte de 20 anos foram realizados cálculos das vazões considerando apenas o cenário de taxa média de crescimento populacional e demanda para 24 h/dia, no período de 20 anos), conforme as formulações abaixo.

$$\text{Vazão média: } Q_{méd} = \frac{P \times q}{86400}, \text{ em L/s;}$$

$$\text{Vazão máxima diária: } Q_{máx} = Q_{méd} \times K_1, \text{ em L/s;}$$

$$\text{Vazão máxima horária: } Q_{máxh} = Q_{méd} \times K_1 \times K_2, \text{ em L/s.}$$

Onde:

P= População de projeto segundo o cenário de crescimento média (hab);

q= Consumo per capita (L/hab.dia);

K₁= Coeficiente do dia de maior consumo: 1,2;

K₂= Coeficiente da hora de maior consumo: 1,5;

Perdas na produção (ETA): 5%

8.2.2.1 Estimativa de demanda – Urbana

A projeção de demanda de vazão para a área urbana foi realizada utilizando-se o consumo per capita de 155,00 (L/hab/dia) e o índice de perdas total no sistema de 27%, sendo o valor do consumo per capita total obtido dos dados fornecidos pelo SNIS até o ano de 2014. Os resultados obtidos na projeção de demanda urbana dos distritos Sede, Pequiá, Nossa Senhora das Graças, Santíssima Trindade e São João do Príncipe são apresentados nas Tabelas abaixo, considerando-se a universalização dos serviços no início do médio prazo. A projeção populacional foi realizada utilizando-se o cenário de crescimento médio da população.

Tabela 8-5 - Estimativa de demanda urbana- Distrito Sede.

Ano	População urbana (hab.)	Estimativa de demanda	Ano	População urbana (hab.)	Estimativa de demanda
		<i>Q_{méd}</i> (L/s)			<i>Q_{méd}</i> (L/s)
0	13.457	20,0	-	-	-
1	13.518	20,1	11	14.003	25,1
2	13.579	20,7	12	14.039	25,2
3	13.640	21,3	13	14.076	25,3
4	13.691	21,9	14	14.098	25,3
5	13.741	22,4	15	14.120	25,3
6	13.792	22,8	16	14.142	25,4
7	13.842	23,3	17	14.165	25,4
8	13.894	23,9	18	14.186	25,4
9	13.930	24,5	19	14.198	25,5
10	13.966	25,1	20	14.209	25,5

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-6 - Estimativa de demanda urbana - Distrito Pequiá.

Ano	População urbana (hab.)	Estimativa de demanda	Ano	População urbana (hab.)	Estimativa de demanda
		<i>Q_{méd}</i> (L/s)			<i>Q_{méd}</i> (L/s)
0	853	1,3	-	-	-
1	857	1,3	11	888	1,6
2	861	1,3	12	890	1,6
3	865	1,4	13	893	1,6
4	868	1,4	14	894	1,6
5	871	1,4	15	896	1,6
6	875	1,4	16	897	1,6
7	878	1,5	17	898	1,6
8	881	1,5	18	900	1,6
9	883	1,6	19	900	1,6
10	886	1,6	20	901	1,6

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-7 - Estimativa de demanda urbana - Distrito Nossa Senhora das Graças.

Ano	População urbana (hab.)	Estimativa de demanda	Ano	População urbana (hab.)	Estimativa de demanda
		<i>Q_{méd}</i> (L/s)			<i>Q_{méd}</i> (L/s)
0	590	0,9	-	-	-
1	593	0,9	11	614	1,1
2	595	0,9	12	615	1,1
3	598	0,9	13	617	1,1
4	600	1,0	14	618	1,1
5	602	1,0	15	619	1,1
6	605	1,0	16	620	1,1
7	607	1,0	17	621	1,1
8	609	1,0	18	622	1,1
9	611	1,1	19	622	1,1
10	612	1,1	20	623	1,1

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-8 - Estimativa de demanda urbana - Distrito Santíssima Trindade.

Ano	População urbana (hab.)	Estimativa de demanda	Ano	População urbana (hab.)	Estimativa de demanda
		<i>Q_{méd}</i> (L/s)			<i>Q_{méd}</i> (L/s)
0	278	0,4	-	-	-
1	279	0,4	11	289	0,5
2	281	0,4	12	290	0,5
3	282	0,4	13	291	0,5
4	283	0,5	14	291	0,5
5	284	0,5	15	292	0,5
6	285	0,5	16	292	0,5
7	286	0,5	17	293	0,5
8	287	0,5	18	293	0,5
9	288	0,5	19	293	0,5
10	289	0,5	20	294	0,5

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-9 - Estimativa de demanda urbana - Distrito São João do Príncipe.

Ano	População urbana (hab.)	Estimativa de demanda	Ano	População urbana (hab.)	Estimativa de demanda
		<i>Q_{méd}</i> (L/s)			<i>Q_{méd}</i> (L/s)
0	351	0,5	-	-	-
1	353	0,5	11	365	0,7
2	354	0,5	12	366	0,7
3	356	0,6	13	367	0,7
4	357	0,6	14	368	0,7
5	358	0,6	15	368	0,7
6	360	0,6	16	369	0,7
7	361	0,6	17	369	0,7
8	362	0,6	18	370	0,7
9	363	0,6	19	370	0,7
10	364	0,7	20	371	0,7

Fonte: Autoria própria.

8.2.2.2 Estimativa de demanda – Rural

A projeção de demanda de vazão para a área rural foi realizada utilizando consumo per capita de 155 (L/hab.dia), sendo este o valor obtido dos dados fornecidos pelo SNIS até o ano de 2014 e o índice de perdas total de 25%, adotado em função da ausência de dados sobre os sistemas. Como tratam-se de áreas rurais é prudente admitir que serão implantados sistemas novos de distribuição, o que corrobora com o valor admitido para as perdas. As Tabelas abaixo apresentam as demandas rurais ao longo do horizonte de planejamento no cenário médio para os distritos Sede, Pequiá, Nossa Senhora das Graças, Santíssima Trindade e São João do Príncipe, respectivamente, considerando-se a universalização dos serviços a longo prazo. A projeção populacional foi realizada utilizando-se o cenário de crescimento médio da população.

Tabela 8-10 - Estimativa de demanda rural - Distrito Sede.

Ano	População rural (hab.)	Estimativa de demanda	Ano	População rural (hab.)	Estimativa de demanda
		<i>Q_{méd}</i> (L/s)			<i>Q_{méd}</i> (L/s)
0	4.128	0,3	-	-	-
1	4.147	0,3	11	4.296	4,2
2	4.166	0,7	12	4.307	4,6
3	4.185	1,1	13	4.318	5,0
4	4.200	1,4	14	4.325	5,4
5	4.215	1,8	15	4.332	5,8
6	4.231	2,2	16	4.338	6,2
7	4.247	2,6	17	4.345	6,6
8	4.262	3,0	18	4.352	7,0
9	4.273	3,4	19	4.355	7,4
10	4.284	3,8	20	4.359	7,8

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-11 - Estimativa de demanda rural - Distrito Pequiá.

Ano	População rural (hab.)	Estimativa de demanda	Ano	População rural (hab.)	Estimativa de demanda
		<i>Q_{méd}</i> (L/s)			<i>Q_{méd}</i> (L/s)
0	3.064	0,2	-	-	-
1	3.078	0,2	11	3.188	3,1
2	3.091	0,5	12	3.196	3,4
3	3.105	0,8	13	3.204	3,7
4	3.117	1,1	14	3.209	4,0
5	3.128	1,3	15	3.214	4,3
6	3.139	1,6	16	3.219	4,6
7	3.151	1,9	17	3.225	4,9
8	3.163	2,2	18	3.229	5,2
9	3.171	2,5	19	3.232	5,5
10	3.179	2,8	20	3.235	5,8

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-12 - Estimativa de demanda rural - Distrito Nossa Senhora das Graças.

Ano	População rural (hab.)	Estimativa de demanda	Ano	População rural (hab.)	Estimativa de demanda
		<i>Q_{méd}</i> (L/s)			<i>Q_{méd}</i> (L/s)
0	1.819	0,1	-	-	-
1	1.827	0,1	11	1.893	1,8
2	1.836	0,3	12	1.898	2,0
3	1.844	0,5	13	1.903	2,2
4	1.851	0,6	14	1.906	2,4
5	1.858	0,8	15	1.909	2,6
6	1.864	1,0	16	1.912	2,7
7	1.871	1,1	17	1.915	2,9
8	1.878	1,3	18	1.918	3,1
9	1.883	1,5	19	1.920	3,3
10	1.888	1,7	20	1.921	3,4

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-13 - Estimativa de demanda rural - Distrito Santíssima Trindade.

Ano	População rural (hab.)	Estimativa de demanda	Ano	População rural (hab.)	Estimativa de demanda
		<i>Q_{méd}</i> (L/s)			<i>Q_{méd}</i> (L/s)
0	2.280	0,2	-	-	-
1	2.291	0,2	11	2.373	2,3
2	2.300	0,4	12	2.379	2,5
3	2.311	0,6	13	2.385	2,8
4	2.319	0,8	14	2.389	3,0
5	2.328	1,0	15	2.392	3,2
6	2.337	1,2	16	2.396	3,4
7	2.345	1,4	17	2.399	3,7
8	2.354	1,6	18	2.404	3,9
9	2.360	1,9	19	2.406	4,1
10	2.366	2,1	20	2.407	4,3

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-14 - Estimativa de demanda rural - Distrito São João do Príncipe.

Ano	População rural (hab.)	Estimativa de demanda	Ano	População rural (hab.)	Estimativa de demanda
		<i>Q_{méd}</i> (L/s)			<i>Q_{méd}</i> (L/s)
0	1.338	0,1	-	-	-
1	1.343	0,1	11	1.392	1,3
2	1.350	0,2	12	1.396	1,5
3	1.356	0,3	13	1.399	1,6
4	1.361	0,5	14	1.401	1,8
5	1.366	0,6	15	1.404	1,9
6	1.371	0,7	16	1.406	2,0
7	1.376	0,8	17	1.408	2,1
8	1.381	1,0	18	1.410	2,3
9	1.385	1,1	19	1.412	2,4
10	1.388	1,2	20	1.412	2,5

Fonte: Autoria própria.

8.2.3 Alternativas para as demandas

Com a projeção populacional obtida a partir do padrão de crescimento médio da população é apresentado 1 cenário de alternativa para o atendimento das demandas urbanas e rurais:

- Cenário 1: manutenção do consumo per capita e do índice de perdas.

Em todas as simulações para as áreas urbanas e rurais foi considerada a universalização do serviço de abastecimento de água, ou seja, alcance de 100% de atendimento à população. Ressalta-se que a universalização para as áreas

urbanas deve ocorrer no início do médio prazo (Ano 10) e para as áreas rurais apenas ao final de plano (Ano 20).

Para o cálculo dos cenários foram consideradas as seguintes variáveis:

$$\text{Vazão média: } Q_{\text{méd}} = \frac{P \times q}{86400}, \text{ em L/s;}$$

Vazão de captação (adutora de água bruta):

$$Q_{\text{prod}} = (Q_{\text{méd}} \times K_1 \times \% \text{Atendimento}) \times ((1 + \% \text{IDP} + \text{Perda da ETA}), \text{ em L/s;}$$

Vazão da adutora de água tratada:

$$Q_{\text{aat}} = (Q_{\text{méd}} \times K_1 \times \% \text{Atendimento}) \times (1 + \% \text{IDP}), \text{ em L/s;}$$

Vazão doméstica:

$$Q_{\text{dom}} = Q_{\text{méd}} \times K_1 \times K_2, \text{ em L/s}$$

Vazão para a rede:

$$Q_{\text{rede}} = Q_{\text{dom}} \times (1 + \% \text{IDP}), \text{ em L/s.}$$

8.2.3.1 Distrito Sede – Demanda Urbana

Com base nas variáveis ilustradas anteriormente apresenta-se na Tabela 8-15 as estimativas de produção para atender a demanda do serviço de abastecimento de água nos sistemas da Sede de Lúna ao longo do horizonte de planejamento, no cenário de crescimento médio.

Tabela 8-15 - Alternativas para o atendimento da demanda urbana do sistema sede – Crescimento populacional médio – Cenário 1.

	População (hab)	Índice de atendimento (%)	Per Capita Total (L/hab.dia)	$Q_{méd}$ (L/s)	Índice de Perdas IDP (%)	Vazão captação (adutora de água bruta) (L/s) - Q_{prod}	Vazão adutora de água tratada (L/s) - Q_{aat}	Demanda Doméstica (L/s) – Q_{dom}	Vazão para a rede (L/s)
Ano 0	13.457	83	155	20,0	27	31,8	30,6	36,1	45,9
Ano 1	13.518	83	155	20,1	27	31,9	30,7	36,2	46,1
Ano 2	13.579	85	155	20,7	27	32,8	31,6	37,3	47,4
Ano 3	13.640	87	155	21,3	27	33,8	32,5	38,3	48,7
Ano 4	13.691	89	155	21,9	27	34,7	33,3	39,3	50,0
Ano 5	13.741	91	155	22,4	27	35,6	34,2	40,4	51,3
Ano 6	13.792	92	155	22,8	27	36,1	34,7	41,0	52,1
Ano 7	13.842	94	155	23,3	27	37,0	35,6	42,0	53,4
Ano 8	13.894	96	155	23,9	27	37,9	36,5	43,1	54,8
Ano 9	13.930	98	155	24,5	27	38,8	37,4	44,1	56,0
Ano 10	13.966	100	155	25,1	27	39,7	38,2	45,1	57,3
Ano 11	14.003	100	155	25,1	27	39,8	38,3	45,2	57,5
Ano 12	14.039	100	155	25,2	27	39,9	38,4	45,3	57,6
Ano 13	14.076	100	155	25,3	27	40,0	38,5	45,5	57,8
Ano 14	14.098	100	155	25,3	27	40,1	38,6	45,5	57,9
Ano 15	14.120	100	155	25,3	27	40,2	38,6	45,6	58,0
Ano 16	14.142	100	155	25,4	27	40,2	38,7	45,7	58,1
Ano 17	14.165	100	155	25,4	27	40,3	38,8	45,7	58,2
Ano 18	14.186	100	155	25,4	27	40,4	38,8	45,8	58,2
Ano 19	14.198	100	155	25,5	27	40,4	38,9	45,8	58,3
Ano 20	14.209	100	155	25,5	27	40,4	38,9	45,9	58,3

Fonte: Autoria própria.

Através da análise da Tabela 8-11, que objetiva o atendimento à universalização dos serviços de água da Sede do Município de Lúna, são verificadas as seguintes situações para o cenário proposto:

- Cenário 1 (manutenção do consumo per capita e do índice de perdas): nesse cenário, observa-se o valor máximo para o consumo médio de água de 25,5 L/s, entretanto, segundo informações da CESAN o SAA opera com vazão média de 47,29 L/s por 18 horas, perfazendo uma média horária (por dia de operação) de 35,5 L/s, superior à demanda de 25,5 L/s. Ressalta-se que é bem provável que a ETA atenda a uma população superior à calculada. A situação mostrada confirma que o sistema trabalha com folga, entretanto, é sempre necessário a realização de estudos para averiguação da necessidade de ampliação do sistema.

Na sede do município de Lúna existem registros de outorga de 89,2 L/s (captação nos rios Pardo e Córrego da Boa Vista) e licenciamento da ETA. Há uma folga, portanto, no sistema. As inconsistências entre as informações de vazão da ETA e as vazões calculadas devem ser melhor observadas junto à concessionária prestadora dos serviços.

O aumento da população contribui com a necessidade de se ampliar a demanda e, conseqüentemente a produção em um SAA, enquanto que ações voltadas para a educação ambiental conduzem ao caminho oposto.

8.2.3.2 Demais distritos – Demanda Urbana

As zonas urbanas dos distritos possuem sistemas de abastecimento independentes do sistema da sede para atender a demanda da população local.

A estrutura do diagnóstico foi montada a partir de poucas informações sobre estes sistemas. A partir do diagnóstico foi possível observar a existência de outorga no distrito de Pequiá, 2,1 L/s no afluente do Córrego José Pedro e 1,2 L/s no córrego Espírito Santo. Entretanto, existem sistemas em funcionamento nas áreas urbanas dos distritos e comunidades Nossa Senhora das Graças (Perdição), Rio Claro e São João do Príncipe, todos pertencentes ao programa Pró rural.

Considerando estas informações são sugeridas algumas demandas urbanas para todos os distritos abastecidos por esses sistemas visando a universalização do serviço de abastecimento de água do município.

Cabe à administração municipal regularizar estas áreas no que se refere à prestação dos serviços de abastecimento de água com destaque especial à garantia de tratamento e desinfecção da água em 100% dos poços, garantia da vazão de captação adequada ao funcionamento dos sistemas tanto compostos por poços quanto por captação superficial, dimensionamento adequado das ETAs e reservatórios para atendimento à demanda. Independentemente da complexidade do sistema de abastecimento de água e da responsabilidade de sua gestão e operação, toda água fornecida à população deve seguir aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde. Lembra-se que parte destes sistemas pode integrar o programa Pró rural.

Considerando-se o cenário médio de crescimento populacional, nas Tabelas seguintes, são apresentadas as produções necessárias de água para atendimento à população urbana dos distritos de Pequiá, Nossa Senhora das Graças, Santíssima Trindade e São João do Príncipe, respectivamente, considerando-se consumo per capita de 155 L/hab/dia e índice de perdas de 27%.

Tabela 8-16 - Alternativas para o atendimento da demanda urbana de Pequiá – Crescimento populacional médio – Cenário 1

	População (hab)	Índice de atendimento (%)	Per Capita Total (L/hab.dia)	$Q_{méd}$ (L/s)	Índice de Perdas IDP (%)	Vazão captação (adutora de água bruta) (L/s) - Q_{prod}	Vazão adutora de água tratada (L/s) - Q_{aat}	Demanda Doméstica (L/s) – Q_{dom}	Vazão para a rede (Ls)
Ano 0	853	83	155	1,3	27	2,0	1,9	2	3
Ano 1	857	83	155	1,3	27	2,0	1,9	2	3
Ano 2	861	85	155	1,3	27	2,1	2,0	2	3
Ano 3	865	87	155	1,4	27	2,1	2,1	2	3
Ano 4	868	89	155	1,4	27	2,2	2,1	2	3
Ano 5	871	91	155	1,4	27	2,3	2,2	3	3
Ano 6	875	92	155	1,4	27	2,3	2,2	3	3
Ano 7	878	94	155	1,5	27	2,3	2,3	3	3
Ano 8	881	96	155	1,5	27	2,4	2,3	3	3
Ano 9	883	98	155	1,6	27	2,5	2,4	3	4
Ano 10	886	100	155	1,6	27	2,5	2,4	3	4
Ano 11	888	100	155	1,6	27	2,5	2,4	3	4
Ano 12	890	100	155	1,6	27	2,5	2,4	3	4
Ano 13	893	100	155	1,6	27	2,5	2,4	3	4
Ano 14	894	100	155	1,6	27	2,5	2,4	3	4
Ano 15	896	100	155	1,6	27	2,5	2,5	3	4
Ano 16	897	100	155	1,6	27	2,6	2,5	3	4
Ano 17	898	100	155	1,6	27	2,6	2,5	3	4
Ano 18	900	100	155	1,6	27	2,6	2,5	3	4
Ano 19	900	100	155	1,6	27	2,6	2,5	3	4
Ano 20	901	100	155	1,6	27	2,6	2,5	3	4

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-17 - Alternativas para o atendimento da demanda urbana de Nossa Senhora das Graças – Crescimento populacional médio – Cenário 1

	População (hab)	Índice de atendimento (%)	Per Capita Total (L/hab.dia)	$Q_{méd}$ (L/s)	Índice de Perdas IDP (%)	Vazão captação (adutora de água bruta) (L/s) - Q_{prod}	Vazão adutora de água tratada (L/s) - Q_{aat}	Demanda Doméstica (L/s) – Q_{dom}	Vazão para a rede (Ls)
Ano 0	590	83	155	0,9	27	1,4	1,3	1,6	2,0
Ano 1	593	83	155	0,9	27	1,4	1,3	1,6	2,0
Ano 2	595	85	155	0,9	27	1,4	1,4	1,6	2,1
Ano 3	598	87	155	0,9	27	1,5	1,4	1,7	2,1
Ano 4	600	89	155	1,0	27	1,5	1,5	1,7	2,2
Ano 5	602	91	155	1,0	27	1,6	1,5	1,8	2,2
Ano 6	605	92	155	1,0	27	1,6	1,5	1,8	2,3
Ano 7	607	94	155	1,0	27	1,6	1,6	1,8	2,3
Ano 8	609	96	155	1,0	27	1,7	1,6	1,9	2,4
Ano 9	611	98	155	1,1	27	1,7	1,6	1,9	2,5
Ano 10	612	100	155	1,1	27	1,7	1,7	2,0	2,5
Ano 11	614	100	155	1,1	27	1,7	1,7	2,0	2,5
Ano 12	615	100	155	1,1	27	1,7	1,7	2,0	2,5
Ano 13	617	100	155	1,1	27	1,8	1,7	2,0	2,5
Ano 14	618	100	155	1,1	27	1,8	1,7	2,0	2,5
Ano 15	619	100	155	1,1	27	1,8	1,7	2,0	2,5
Ano 16	620	100	155	1,1	27	1,8	1,7	2,0	2,5
Ano 17	621	100	155	1,1	27	1,8	1,7	2,0	2,5
Ano 18	622	100	155	1,1	27	1,8	1,7	2,0	2,6
Ano 19	622	100	155	1,1	27	1,8	1,7	2,0	2,6
Ano 20	623	100	155	1,1	27	1,8	1,7	2,0	2,6

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-18 - Alternativas para o atendimento da demanda urbana de Santíssima Trindade – Crescimento populacional médio – Cenário 1

	População (hab)	Índice de atendimento (%)	Per Capita Total (L/hab.dia)	$Q_{méd}$ (L/s)	Índice de Perdas IDP (%)	Vazão captação (adutora de água bruta) (L/s) - Q_{prod}	Vazão adutora de água tratada (L/s) - Q_{aat}	Demanda Doméstica (L/s) – Q_{dom}	Vazão para a rede (Ls)
Ano 0	278	83	155	0,4	27	0,66	0,63	0,75	0,95
Ano 1	279	83	155	0,4	27	0,66	0,63	0,75	0,95
Ano 2	281	85	155	0,4	27	0,68	0,65	0,77	0,98
Ano 3	282	87	155	0,4	27	0,70	0,67	0,79	1,01
Ano 4	283	89	155	0,5	27	0,72	0,69	0,81	1,03
Ano 5	284	91	155	0,5	27	0,74	0,71	0,83	1,06
Ano 6	285	92	155	0,5	27	0,75	0,72	0,85	1,08
Ano 7	286	94	155	0,5	27	0,76	0,74	0,87	1,10
Ano 8	287	96	155	0,5	27	0,78	0,75	0,89	1,13
Ano 9	288	98	155	0,5	27	0,80	0,77	0,91	1,16
Ano 10	289	100	155	0,5	27	0,82	0,79	0,93	1,19
Ano 11	289	100	155	0,5	27	0,82	0,79	0,93	1,19
Ano 12	290	100	155	0,5	27	0,82	0,79	0,94	1,19
Ano 13	291	100	155	0,5	27	0,83	0,80	0,94	1,19
Ano 14	291	100	155	0,5	27	0,83	0,80	0,94	1,19
Ano 15	292	100	155	0,5	27	0,83	0,80	0,94	1,20
Ano 16	292	100	155	0,5	27	0,83	0,80	0,94	1,20
Ano 17	293	100	155	0,5	27	0,83	0,80	0,95	1,20
Ano 18	293	100	155	0,5	27	0,83	0,80	0,95	1,20
Ano 19	293	100	155	0,5	27	0,83	0,80	0,95	1,20
Ano 20	294	100	155	0,5	27	0,84	0,80	0,95	1,21

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-19 - Alternativas para o atendimento da demanda urbana de São João do Príncipe – Crescimento populacional médio – Cenário 1

	População (hab)	Índice de atendimento (%)	Per Capita Total (L/hab.dia)	$Q_{méd}$ (L/s)	Índice de Perdas IDP (%)	Vazão captação (adutora de água bruta) (L/s) - Q_{prod}	Vazão adutora de água tratada (L/s) - Q_{aat}	Demanda Doméstica (L/s) – Q_{dom}	Vazão para a rede (Ls)
Ano 0	351	83	155	0,5	27	0,8	0,8	1	1
Ano 1	353	83	155	0,5	27	0,8	0,8	1	1
Ano 2	354	85	155	0,5	27	0,9	0,8	1	1
Ano 3	356	87	155	0,6	27	0,9	0,8	1	1
Ano 4	357	89	155	0,6	27	0,9	0,9	1	1
Ano 5	358	91	155	0,6	27	0,9	0,9	1	1
Ano 6	360	92	155	0,6	27	0,9	0,9	1	1
Ano 7	361	94	155	0,6	27	1,0	0,9	1	1
Ano 8	362	96	155	0,6	27	1,0	1,0	1	1
Ano 9	363	98	155	0,6	27	1,0	1,0	1	1
Ano 10	364	100	155	0,7	27	1,0	1,0	1	1
Ano 11	365	100	155	0,7	27	1,0	1,0	1	1
Ano 12	366	100	155	0,7	27	1,0	1,0	1	2
Ano 13	367	100	155	0,7	27	1,0	1,0	1	2
Ano 14	368	100	155	0,7	27	1,0	1,0	1	2
Ano 15	368	100	155	0,7	27	1,0	1,0	1	2
Ano 16	369	100	155	0,7	27	1,0	1,0	1	2
Ano 17	369	100	155	0,7	27	1,0	1,0	1	2
Ano 18	370	100	155	0,7	27	1,1	1,0	1	2
Ano 19	370	100	155	0,7	27	1,1	1,0	1	2
Ano 20	371	100	155	0,7	27	1,1	1,0	1	2

Fonte: Autoria própria.

Durante a fase de elaboração do Diagnóstico observou-se uma produção média de água no sistema Pequiá de 2,5 L/s para 12 horas de funcionamento/dia. Observa-se pelo Quadro 20 que a máxima demanda é de 1,6 L/s. Como existe outorga de 3,3 L/s e o sistema tem possibilidade de aumento do tempo de operação conclui-se que o sistema não terá problema de abastecimento.

Para os demais sistemas não foram obtidas informações sobre seu funcionamento. Verifica-se, portanto, a necessidade de realização de estudos para avaliação da real abrangência de cada sistema de abastecimento. Além disso devem ser conduzidos estudos acerca da necessidade de ampliação dos sistemas existentes, ou construção de novos sistemas.

8.2.3.3 Todos os distritos – Demanda rural

Alguns dos sistemas rurais são constituídos por soluções alternativas de tratamento e distribuição de água como é o caso de algumas áreas dos distritos de Pequiá, Nossa Senhora das Graças, Santíssima Trindade e São João do Príncipe, cujos sistemas são pertencentes ao projeto Pró Rural. Destaca-se, em alguns casos a dificuldade em se definir claramente quais os nomes de cada comunidade que é atendida por cada sistema.

Para todos os sistemas também deve ser prevista a universalização dos serviços de abastecimento de água. Por se tratar de áreas rurais, muitas vezes sua universalização é dada de forma individual. Dessa forma, cada uma dessas regiões, deve possuir sistema de abastecimento alternativo para atender a demanda da população local.

Assim sendo, pelos dados apresentados no diagnóstico salienta-se que não é possível mensurar os indicadores técnicos e operacionais desses sistemas visto a falta de informações, portanto são sugeridas algumas demandas rurais para todos os distritos abastecidos visando a universalização do serviço de abastecimento de água de lúna.

Cabe à administração municipal regularizar estas áreas no que se refere à prestação dos serviços de abastecimento de água e deve-se verificar se existe o tratamento e desinfecção da água em 100% dos poços da área rural, vazão de

captação adequada no caso de manancial superficial, dimensionamento adequado das ETAs, bem como reservatórios suficientes para atender à demanda.

Apesar de serem sistemas pequenos e descentralizados há a obrigatoriedade no atendimento aos padrões de potabilidade da água conforme Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

Nos Quadros a seguir são apresentadas as produções necessárias nos cenários de crescimento médio para atendimento da população rural, considerando-se um consumo per capita de inicial de 155 L/hab/dia e índice de perdas de 25% (para sistemas novos). Os resultados das alternativas para demandas das áreas Rurais dos distritos são mostrados nas Tabelas 8-20 a 8-24.

Tabela 8-20 - Alternativas para o atendimento da demanda rural da Sede – Crescimento populacional médio – Cenário 1.

	População (hab)	Índice de atendimento (%)	Per Capita Total (L/hab.dia)	$Q_{méd}$ (L/s)	Índice de Perdas IDP (%)	Vazão captação (adutora de água bruta) (L/s) - Q_{prod}	Vazão adutora de água tratada (L/s) - Q_{aat}	Demanda Doméstica (L/s) – Q_{dom}	Vazão para a rede (L/s)
Ano 0	4.128	4	155	0,3	25	0,5	0,4	0,5	0,7
Ano 1	4.147	4	155	0,3	25	0,5	0,4	0,5	0,7
Ano 2	4.166	9	155	0,7	25	1,0	1,0	1,2	1,5
Ano 3	4.185	14	155	1,1	25	1,6	1,6	1,9	2,4
Ano 4	4.200	19	155	1,4	25	2,2	2,1	2,6	3,2
Ano 5	4.215	24	155	1,8	25	2,8	2,7	3,3	4,1
Ano 6	4.231	29	155	2,2	25	3,4	3,3	4,0	5,0
Ano 7	4.247	34	155	2,6	25	4,0	3,9	4,7	5,8
Ano 8	4.262	39	155	3,0	25	4,7	4,5	5,4	6,7
Ano 9	4.273	44	155	3,4	25	5,3	5,1	6,1	7,6
Ano 10	4.284	49	155	3,8	25	5,9	5,6	6,8	8,5
Ano 11	4.296	54	155	4,2	25	6,5	6,2	7,5	9,4
Ano 12	4.307	59	155	4,6	25	7,1	6,8	8,2	10,3
Ano 13	4.318	65	155	5,0	25	7,9	7,6	9,1	11,3
Ano 14	4.325	70	155	5,4	25	8,5	8,1	9,8	12,2
Ano 15	4.332	75	155	5,8	25	9,1	8,7	10,5	13,1
Ano 16	4.338	80	155	6,2	25	9,7	9,3	11,2	14,0
Ano 17	4.345	85	155	6,6	25	10,3	9,9	11,9	14,9
Ano 18	4.352	90	155	7,0	25	11,0	10,5	12,6	15,8
Ano 19	4.355	95	155	7,4	25	11,6	11,1	13,4	16,7
Ano 20	4.359	100	155	7,8	25	12,2	11,7	14,1	17,6

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-21 - Alternativas para o atendimento da demanda urbana de Pequiá – Crescimento populacional médio – Cenário 1

	População (hab)	Índice de atendimento (%)	Per Capita Total (L/hab.dia)	$Q_{méd}$ (L/s)	Índice de Perdas IDP (%)	Vazão captação (adutora de água bruta) (L/s) - Q_{prod}	Vazão adutora de água tratada (L/s) - Q_{aat}	Demanda Doméstica (L/s) – Q_{dom}	Vazão para a rede (Ls)
Ano 0	3.064	4	155	0,2	25	0,3	0,3	0	0
Ano 1	3.078	4	155	0,2	25	0,3	0,3	0	0
Ano 2	3.091	9	155	0,5	25	0,8	0,7	1	1
Ano 3	3.105	14	155	0,8	25	1,2	1,2	1	2
Ano 4	3.117	19	155	1,1	25	1,7	1,6	2	2
Ano 5	3.128	24	155	1,3	25	2,1	2,0	2	3
Ano 6	3.139	29	155	1,6	25	2,5	2,4	3	4
Ano 7	3.151	34	155	1,9	25	3,0	2,9	3	4
Ano 8	3.163	39	155	2,2	25	3,5	3,3	4	5
Ano 9	3.171	44	155	2,5	25	3,9	3,8	5	6
Ano 10	3.179	49	155	2,8	25	4,4	4,2	5	6
Ano 11	3.188	54	155	3,1	25	4,8	4,6	6	7
Ano 12	3.196	59	155	3,4	25	5,3	5,1	6	8
Ano 13	3.204	65	155	3,7	25	5,8	5,6	7	8
Ano 14	3.209	70	155	4,0	25	6,3	6,0	7	9
Ano 15	3.214	75	155	4,3	25	6,7	6,5	8	10
Ano 16	3.219	80	155	4,6	25	7,2	6,9	8	10
Ano 17	3.225	85	155	4,9	25	7,7	7,4	9	11
Ano 18	3.229	90	155	5,2	25	8,1	7,8	9	12
Ano 19	3.232	95	155	5,5	25	8,6	8,3	10	12
Ano 20	3.235	100	155	5,8	25	9,1	8,7	10	13

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-22 - Alternativas para o atendimento da demanda urbana de Nossa Senhora das Graças – Crescimento populacional médio – Cenário 1

	População (hab)	Índice de atendimento (%)	Per Capita Total (L/hab.dia)	$Q_{méd}$ (L/s)	Índice de Perdas IDP (%)	Vazão captação (adutora de água bruta) (L/s) - Q_{prod}	Vazão adutora de água tratada (L/s) - Q_{aat}	Demanda Doméstica (L/s) – Q_{dom}	Vazão para a rede (Ls)
Ano 0	1.819	4	155	0,1	25	0,2	0,2	0,2	0,3
Ano 1	1.827	4	155	0,1	25	0,2	0,2	0,2	0,3
Ano 2	1.836	9	155	0,3	25	0,5	0,4	0,5	0,7
Ano 3	1.844	14	155	0,5	25	0,7	0,7	0,8	1,0
Ano 4	1.851	19	155	0,6	25	1,0	0,9	1,1	1,4
Ano 5	1.858	24	155	0,8	25	1,2	1,2	1,4	1,8
Ano 6	1.864	29	155	1,0	25	1,5	1,5	1,7	2,2
Ano 7	1.871	34	155	1,1	25	1,8	1,7	2,1	2,6
Ano 8	1.878	39	155	1,3	25	2,0	2,0	2,4	3,0
Ano 9	1.883	44	155	1,5	25	2,3	2,2	2,7	3,3
Ano 10	1.888	49	155	1,7	25	2,6	2,5	3,0	3,7
Ano 11	1.893	54	155	1,8	25	2,9	2,8	3,3	4,1
Ano 12	1.898	59	155	2,0	25	3,1	3,0	3,6	4,5
Ano 13	1.903	65	155	2,2	25	3,5	3,3	4,0	5,0
Ano 14	1.906	70	155	2,4	25	3,7	3,6	4,3	5,4
Ano 15	1.909	75	155	2,6	25	4,0	3,9	4,6	5,8
Ano 16	1.912	80	155	2,7	25	4,3	4,1	4,9	6,2
Ano 17	1.915	85	155	2,9	25	4,6	4,4	5,3	6,6
Ano 18	1.918	90	155	3,1	25	4,8	4,6	5,6	7,0
Ano 19	1.920	95	155	3,3	25	5,1	4,9	5,9	7,4
Ano 20	1.921	100	155	3,4	25	5,4	5,2	6,2	7,8

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-23 - Alternativas para o atendimento da demanda urbana de Santíssima Trindade – Crescimento populacional médio – Cenário 1

	População (hab)	Índice de atendimento (%)	Per Capita Total (L/hab.dia)	$Q_{méd}$ (L/s)	Índice de Perdas IDP (%)	Vazão captação (adutora de água bruta) (L/s) - Q_{prod}	Vazão adutora de água tratada (L/s) - Q_{aat}	Demanda Doméstica (L/s) – Q_{dom}	Vazão para a rede (Ls)
Ano 0	2.280	4	155	0,2	25	0,3	0,2	0,3	0,4
Ano 1	2.291	4	155	0,2	25	0,3	0,2	0,3	0,4
Ano 2	2.300	9	155	0,4	25	0,6	0,6	0,7	0,8
Ano 3	2.311	14	155	0,6	25	0,9	0,9	1,0	1,3
Ano 4	2.319	19	155	0,8	25	1,2	1,2	1,4	1,8
Ano 5	2.328	24	155	1,0	25	1,6	1,5	1,8	2,3
Ano 6	2.337	29	155	1,2	25	1,9	1,8	2,2	2,7
Ano 7	2.345	34	155	1,4	25	2,2	2,1	2,6	3,2
Ano 8	2.354	39	155	1,6	25	2,6	2,5	3,0	3,7
Ano 9	2.360	44	155	1,9	25	2,9	2,8	3,4	4,2
Ano 10	2.366	49	155	2,1	25	3,2	3,1	3,7	4,7
Ano 11	2.373	54	155	2,3	25	3,6	3,4	4,1	5,2
Ano 12	2.379	59	155	2,5	25	3,9	3,8	4,5	5,7
Ano 13	2.385	65	155	2,8	25	4,3	4,2	5,0	6,3
Ano 14	2.389	70	155	3,0	25	4,7	4,5	5,4	6,8
Ano 15	2.392	75	155	3,2	25	5,0	4,8	5,8	7,2
Ano 16	2.396	80	155	3,4	25	5,4	5,2	6,2	7,7
Ano 17	2.399	85	155	3,7	25	5,7	5,5	6,6	8,2
Ano 18	2.404	90	155	3,9	25	6,1	5,8	7,0	8,7
Ano 19	2.406	95	155	4,1	25	6,4	6,2	7,4	9,2
Ano 20	2.407	100	155	4,3	25	6,7	6,5	7,8	9,7

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-24 - Alternativas para o atendimento da demanda urbana de São João do Príncipe – Crescimento populacional médio – Cenário 1

	População (hab)	Índice de atendimento (%)	Per Capita Total (L/hab.dia)	$Q_{méd}$ (L/s)	Índice de Perdas IDP (%)	Vazão captação (adutora de água bruta) (L/s) - Q_{prod}	Vazão adutora de água tratada (L/s) - Q_{aat}	Demanda Doméstica (L/s) – Q_{dom}	Vazão para a rede (Ls)
Ano 0	1.338	4	155	0,1	25	0,1	0,1	0,2	0,2
Ano 1	1.343	4	155	0,1	25	0,2	0,1	0,2	0,2
Ano 2	1.350	9	155	0,2	25	0,3	0,3	0,4	0,5
Ano 3	1.356	14	155	0,3	25	0,5	0,5	0,6	0,8
Ano 4	1.361	19	155	0,5	25	0,7	0,7	0,8	1,0
Ano 5	1.366	24	155	0,6	25	0,9	0,9	1,1	1,3
Ano 6	1.371	29	155	0,7	25	1,1	1,1	1,3	1,6
Ano 7	1.376	34	155	0,8	25	1,3	1,3	1,5	1,9
Ano 8	1.381	39	155	1,0	25	1,5	1,4	1,7	2,2
Ano 9	1.385	44	155	1,1	25	1,7	1,6	2,0	2,5
Ano 10	1.388	49	155	1,2	25	1,9	1,8	2,2	2,7
Ano 11	1.392	54	155	1,3	25	2,1	2,0	2,4	3,0
Ano 12	1.396	59	155	1,5	25	2,3	2,2	2,7	3,3
Ano 13	1.399	65	155	1,6	25	2,5	2,4	2,9	3,7
Ano 14	1.401	70	155	1,8	25	2,7	2,6	3,2	4,0
Ano 15	1.404	75	155	1,9	25	2,9	2,8	3,4	4,3
Ano 16	1.406	80	155	2,0	25	3,1	3,0	3,6	4,5
Ano 17	1.408	85	155	2,1	25	3,3	3,2	3,9	4,8
Ano 18	1.410	90	155	2,3	25	3,6	3,4	4,1	5,1
Ano 19	1.412	95	155	2,4	25	3,8	3,6	4,3	5,4
Ano 20	1.412	100	155	2,5	25	4,0	3,8	4,6	5,7

Fonte: Autoria própria.

Através da análise dos quadros, pode-se verificar as demandas necessárias para atendimento da população rural de Lúna no cenário de crescimento médio.

É prudente supor, principalmente em função das elevadas demandas das áreas rurais dos distritos em comparação com as demandas das áreas rurais e da folga técnica de funcionamento dos sistemas das áreas urbanas, que parte da população considerada como rural seja atendida pelos sistemas das áreas urbanas.

Entretanto, como não foram disponibilizados cadastros adequados das unidades em funcionamento não foi possível avaliar com precisão as necessidades reais destes sistemas. No entanto, a área rural precisa de intervenções visando à universalização do saneamento básico. Dentre essas intervenções pode-se destacar para os sistemas alternativos o cadastramento dos poços coletivos e individuais: identificação, vazão, população abastecida, prazo de funcionamento, ação de desativação, qualidade da água, atuação com educação ambiental para a conscientização da população, preservação dos mananciais e nascentes, análise da viabilidade técnica de captação em mananciais superficiais e proposição de sistemas adequados de tratamento.

8.2.4 Rede de Monitoramento e Disponibilidade Hídrica dos Mananciais

A outorga de direito de uso de recursos hídricos é um dos instrumentos da Política Nacional e Estadual de Recursos Hídricos e tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.

A outorga de direito de uso de recursos hídricos é o ato administrativo mediante o qual o poder público outorgante (União, Estado ou Distrito Federal) faculta ao outorgado (requerente) o direito de uso de recurso hídrico, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato administrativo.

Para que seja autorizada a captação de água, visando o serviço de abastecimento de água, a concessionária deve solicitar à Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH), órgão gestor das águas do domínio do Estado do Espírito Santo, a

outorga do direito de uso de recursos hídricos, cujos critérios estão estabelecidos pelas Instruções Normativas da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos SEAMA e AGERH.

A análise dos pedidos de outorga requer o estudo quanto à disponibilidade hídrica, que por sua vez deve conter a avaliação dos limites outorgáveis estabelecidos pela legislação de recursos hídricos vigente no Espírito Santo e a demanda de água existente na bacia. A AGERH adota como vazão de referência a vazão com permanência de 90% (Q90).

Para se estimar a quantidade de água superficial das bacias e respeitar os critérios de outorga é necessário realizar o estudo denominado Regionalização de Vazões no município para estimar as vazões de referência. Nos cálculos são consideradas as áreas de drenagem em cada seção de captação de água. Para tanto, é necessário uma série histórica das vazões, que são obtidas através de poços de monitoramento.

Uma rede de monitoramento de recursos hídricos é constituída por um conjunto de equipamentos e estações de medição a partir dos quais se busca avaliar o funcionamento natural dos corpos de água, descrevendo a variação das condições de qualidade associada ao regime de variação de vazões ou volumes.

Segundo Finotti et al. (2009), o monitoramento dentro de um sistema de gestão ambiental municipal pode ter como perspectivas diferentes objetivos como, por exemplo, subsidiar ações de fiscalização e licenciamento ou à geração de informações para o estabelecimento de políticas, planos ou ações associadas aos recursos hídricos. Os autores afirmam que segundo a Política Nacional de Meio Ambiente, as bacias hidrográficas devem apresentar um sistema de monitoramento da qualidade e quantidade da água. No entanto, na maior parte das bacias hidrográficas brasileiras, esses sistemas estão apenas parcialmente implantados.

Conforme etapa de Diagnóstico dos Planos de Saneamento Básico e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMSB/PMGIRS), o monitoramento de quantidade de água é conduzido a partir de limitado número de estações fluviométricas, distribuídas espacialmente de forma heterogênea. As referidas estações normalmente correspondem a bacias de drenagem de médio e grande porte,

possuem séries históricas de diferentes extensões e não permitem a condução da análise regional consistente de vazões ou a estimativa de disponibilidade hídrica em pequenas bacias hidrográficas. O monitoramento da qualidade de água, por sua vez, é conduzido em estações de monitoramento operadas pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. O monitoramento da qualidade de água não está integrado ao monitoramento do regime de vazões e é normalmente realizado em cursos de água de maior expressão e, excetuando-se o monitoramento associado a estudos ambientais específicos, é realizado com baixa frequência.

Segundo Reis et al (2013), a regionalização hidrológica apresenta-se como uma técnica por meio da qual é possível a transferência de informações dentro de uma área com comportamento hidrológico uniforme. Sua utilização tem se difundido como alternativa para auxiliar na descrição de diferentes fases do ciclo hidrológico em diferentes regiões do mundo, principalmente em locais nos quais o monitoramento hidrometeorológico apresenta alguma deficiência.

O Quadro 8-5 apresenta as vazões de referência de disponibilidade hídrica, com base no estudo de Reis et al, (2013), e as vazões de captação necessárias para o atendimento da população urbana no cenário 1, em que são mantidos o consumo per capita e o índice de perdas atual, ou seja, no cenário de maior consumo de água

Quadro 8-5 - Vazões município de Lúna.

Distrito	Manancial de captação	Vazão Q ₉₀ (L/s)	25% Q ₉₀ (L/s)	Vazão necessária para captação (L/s)
Sede	Córrego Vista Alegre	-	-	58.3
	Rio Pardo	3265	816.25	
Nossa Senhora das Graças	Córrego Perdição	718	179.5	2.6
Pequiá	Córrego Antônio Pedro	-	-	3.7
	Córrego Tanque	-	-	
Santíssima Trindade	Ribeirão Trindade*	-	-	1.2
São João do Príncipe	Rio José Pedro	-	-	1.5

* Sugestão para realização de captação, visto que este manancial se localiza próximo à área urbana.

Fonte: Autoria própria.

De acordo com a referida legislação, o percentual outorgável coletivamente é de 50% da Q₉₀ e o percentual outorgável individualmente é de 25% da Q₉₀. Portanto, as disponibilidades hídricas são suficientes para o abastecimento público do

município de Lúna. Por outro lado, se o balanço entre a oferta e a demanda se mostrar com saldo negativo, é identificada a necessidade de investimentos em obras para o aproveitamento de novos mananciais ou para adequação dos sistemas existentes

Tanto a ANA, quanto o IEMA, não dispõem de informações acerca da disponibilidade hídrica futura do município de Lúna.

A partir da análise das alternativas com os cenários propostos neste prognóstico, o sistema de abastecimento de água para a sede municipal pode ser considerado satisfatório quando ao manancial e ao sistema produtor dentro do horizonte de projeções, ou seja, as demandas urbanas serão atendidas até o ano de 2037.

Ainda assim é necessário o planejamento e definição dos investimentos necessários à proteção e recuperação dos mananciais, ao controle das perdas físicas, ao uso racional da água, e à diminuição do consumo per capita visando à universalização do serviço de abastecimento de água e atendimento às demandas futuras.

8.2.5 Layout do Sistema de abastecimento de água

O sistema de abastecimento de água da sede do município é constituído basicamente por captação de água, estações elevatórias de água bruta e tratada, reservatórios e rede de distribuição. O cadastro da rede distribuição não foi disponibilizado, entretanto, em função das expedições em campo e informações coletadas no âmbito do estado e do município, sabe-se que o sistema é constituído por tubulações antigas que devem ser substituídas gradativamente.

O layout do sistema de abastecimento de água pode ser visualizado no Apêndice A.

8.3 REFERÊNCIAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Atlas do abastecimento de água, 2010. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>. Acessado em: out.2015.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da Qualidade da Água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, Senado, 1998. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/legislacao/const/con1988/CON1988_04.02.2010/CON_1988.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2015.

FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Ministério da Saúde. Termo de Referência para Elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico e Procedimentos Relativos ao Convênio de Cooperação Técnica e Financeira da Fundação Nacional de Saúde. VERSÃO 2012.

FINOTTI, A. R.; FINKLER, R.; SILVA, M. D.; CEMIN, G. Monitoramento de recursos hídricos em áreas urbanas. Caxias do Sul: Educs, 2009.

IWA - Internacional Water Association – Disponível em <http://www.iwa-network.org/> Acesso em out/2016

REIS, J. A. T. et al. Análise regional de vazão mínima de referência na região centro-sul do estado do espírito santo. Revista CIATEC – UPF, vol.5 (2), p.p.1-11, 2013

9 PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO (SES)

9.1 PROGNÓSTICO E ALTERNATIVAS PARA A UNIVERSALIZAÇÃO

O Diagnóstico Situacional procurou identificar e retratar o estágio atual da gestão dos serviços, envolvendo os aspectos quantitativos e qualitativos operacionais e das infraestruturas atinentes à prestação do serviço de esgotamento sanitário do Município de Lúna. Para isso, foram levantadas a situação e a descrição do estado atual do sistema de esgotamento sanitário de Lúna, identificando as suas deficiências e causas relacionadas à situação da oferta e do nível de atendimento, às condições de acesso e à qualidade da prestação do serviço. Também identificaram-se os aspectos estrutural e operacional, e suas dimensões quantitativas e qualitativas, relativos ao planejamento técnico (Plano Diretor, estudos e projetos), à cobertura do atendimento, às infraestruturas e instalações, às condições operacionais, à situação dos corpos receptores dos efluentes de esgotos, às áreas de possível risco de contaminação, à existência e situação de áreas eventualmente não atendidas pelo sistema público, à existência de soluções alternativas de esgotamento sanitário e aos aspectos de capacidade de atendimento futuro.

Nessa etapa atual, correspondente ao "Prognósticos e Alternativas para a Universalização" dos serviços de esgotamento sanitário serão elaboradas as estratégias de atuação para melhoria das condições desse serviço para o Município de Lúna. A prospectiva estratégica requer um conjunto de técnicas sobre a resolução de problemas perante a complexidade, a incerteza, os riscos e os conflitos neste eixo do saneamento básico. São formuladas estratégias para alcançar os objetivos, diretrizes e metas definidas para PMSB, bem como da previsão e formulação dos programas e das respectivas ações e projetos que se espera realizar no horizonte temporal deste Plano.

9.1.1 Responsabilidade pelos Serviços de Esgotamento Sanitário

No município de Lúna, a responsabilidade sobre os serviços urbanos de esgotamento sanitário é da Prefeitura Municipal de Lúna. Ela é responsável pelo conjunto de serviços, manutenção de infraestrutura e instalações operacionais relacionados ao esgotamento sanitário apenas na área urbana dos distritos do município.

O Apêndice B apresenta o mapa com as unidades que compõem os Sistemas de esgotamento sanitário do município. Cada uma dessas unidades é representada por uma figura geométrica e a cor indica a situação de cada uma delas.

9.1.2 Demanda pelos Serviços de Esgotamento Sanitário

A elaboração do planejamento de políticas públicas requer um extenso ferramental de análise histórica que possibilite quantificar e compreender a lógica de diversos processos que se integram com os elementos do saneamento básico. O detalhamento dos requisitos de demanda e a definição de alternativas técnicas de engenharia serão primordiais para o prosseguimento das atividades do PMSB.

Neste processo são utilizadas as informações do diagnóstico para a projeção e prospecção de demandas futuras utilizando projeções populacionais derivadas de metodologias de projeções demográficas somadas aos elementos previstos em planejamentos e políticas públicas.

9.1.2.1 Demandas pelos Serviços

O prognóstico visa determinar os objetivos e metas para atendimento ao plano, dentro do horizonte estabelecido, que no caso deste plano é de 20 anos. Além disso, também é visada a expectativa de universalização de 100% dos serviços de esgotamento sanitário nas áreas urbanas do município até o final dos 20 anos. No município, foi levantado na fase de diagnóstico que os sistemas de coleta e tratamento de esgotos que atendem a alguns distritos e comunidades operados pela Prefeitura Municipal de Lúna totalizam três unidades de tratamento. Sendo que as duas unidades da Sede se encontram desativadas.

Em vista disso, como resultado do diagnóstico realizado sobre o SES do município, foram identificadas demandas existentes na área de esgotamento sanitário. O quadro a seguir apresenta estas demandas pelo serviço de esgotamento sanitário das áreas urbanas de cada distrito.

Quadro 9-1 – Demandas existentes – Distrito Sede.

Perímetro urbano/ Comunidade	Demanda
Sede	1. Não há cobertura total na área urbana.
	2. Não há transporte dos esgotos sanitários das áreas com redes coletoras deficitárias pela paralisação de EEEB.
	3. Não há manutenção e conservação periódicas das instalações.
	4. Não há monitoramento da eficiência e capacidade de tratamento.
	5. Lançamento de esgotos sanitários in natura de residências em corpos hídricos locais, em fossas rudimentares, ou à céu aberto e/ou em redes de drenagem pluvial
	7. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores.
	8. Necessidade de dados locais referentes à esgotamento sanitário.

Fonte: Autoria própria.

Quadro 9-2 – Demandas existentes – Distrito Nossa Senhora das Graças.

Perímetro urbano/ Comunidade	Demanda
Nossa Senhora das Graças	1. Não há nenhuma estrutura de SES implantado.
	2. Lançamento de esgotos sanitários in natura de residências em corpos hídricos locais, em fossas rudimentares, ou à céu aberto e/ou em redes de drenagem pluvial
	3. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente do Ribeirão Perdição.
	4. Necessidade de dados locais referentes à esgotamento sanitário.

Fonte: Autoria própria.

Quadro 9-3 – Demandas existentes – Distrito Pequiá.

Perímetro urbano/ Comunidade	Demanda
Pequiá	1. Aproximadamente 20% dos domicílios estão fora da área de cobertura da rede coletora.
	2. Necessidade de transporte dos esgotos sanitários das áreas com redes coletoras para tratamento.
	3. Não há manutenção e conservação periódicas das instalações.
	4. Não há monitoramento da eficiência e capacidade de tratamento.
	5. Lançamento de esgotos sanitários in natura de residências em corpos hídricos locais, em fossas rudimentares, ou à céu aberto e/ou em redes de drenagem pluvial
	7. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente do Rio José Pedro.
	8. Necessidade de dados locais referentes à esgotamento sanitário.

Fonte: Autoria própria.

Quadro 9-4 – Demandas existentes – Distrito Santíssima Trindade.

Perímetro urbano/ Comunidade	Demanda
Santíssima Trindade	1. Não há nenhuma estrutura de SES implantado.
	2. Lançamento de esgotos sanitários in natura de residências em corpos hídricos locais, em fossas rudimentares, ou à céu aberto e/ou em redes de drenagem pluvial
	3. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente do Ribeirão Trindade.
	4. Necessidade de dados locais referentes à esgotamento sanitário.

Fonte: Autoria própria.

Quadro 9-5 – Demandas existentes – Distrito São João do Príncipe.

Perímetro urbano/ Comunidade	Demanda
São João do Príncipe	1. Existência de pequena rede que atende poucos domicílios e encaminha à uma Fossa Filtro.
	2. Necessidade de transporte dos esgotos sanitários das áreas com redes coletoras para tratamento.
	3. Não há manutenção e conservação periódicas das instalações.
	4. Não há monitoramento da eficiência e capacidade de tratamento.
	5. Lançamento de esgotos sanitários in natura de residências em corpos hídricos locais, em fossas rudimentares, ou à céu aberto e/ou em redes de drenagem pluvial
	6. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente do Córrego do Príncipe.
	7. Necessidade de dados locais referentes à esgotamento sanitário.

Fonte: Autoria própria.

Além das demandas verificadas nas áreas urbanas, a situação do esgotamento sanitário na área rural do município é crítica, onde, segundo constou o diagnóstico, 24,98% dos domicílios (aproximadamente 868 domicílios) utilizam fossas rudimentares como forma de tratamento, e cerca de 1.015 domicílios lançam esgoto diretamente nos rios sem passar por nenhum tipo de tratamento. Neste caso, o ideal é a troca deste tipo de tratamento menos eficiente por fossas sépticas, tratamento individual mais indicado para esses casos. Essas ações para troca desses tratamentos serão melhores tratadas na etapa de Programas, Planos e Ações deste plano.

Na área urbana, tanto da sede quanto dos distritos, também foram identificados casos de domicílios que lançam esgoto diretamente nos rios, com aproximadamente 534 domicílios aderindo a essa prática, segundo levantamento do diagnóstico. Neste caso, deve-se garantir a cobertura da coleta e tratamento em toda área urbana e haver o incentivo para a adesão de todas as casas da área urbana à rede existente. Este programa para adesão à rede existente também será melhor detalhado na próxima etapa do plano.

9.1.2.2 Alternativas de Atendimento das Demandas

Com base nas demandas observadas e apresentadas no tópico anterior, a seguir serão sugeridas alternativas para o seu atendimento. Vale ressaltar que as alternativas sugeridas serão mais adiante comparadas e classificadas por prioridade, para melhor decisão dos responsáveis.

Quadro 9-6 – Alternativas para atendimento das demandas – Distrito Sede.

Perímetro urbano/ Comunidade	Demanda	Solução
Sede	1. Não há cobertura total na área urbana.	Implementação de novas redes coletoras para universalização do serviço de coleta de esgotamento sanitário, principalmente nas residências próximas aos cursos d'água.
	2. Não há transporte dos esgotos sanitários das áreas com redes coletoras deficitárias pela paralisação de EEEB.	Implementação de estrutura completa para transporte dos esgotos sanitários com reforma das EEEB e implantação de coletores-tronco, interceptores e/ou emissário a fim de encaminhar o esgoto coletado para Estação de Tratamento.
	3. Não há manutenção e conservação periódicas das instalações.	Estabelecimento de cronograma de ações de manutenção e conservação nas redes coletoras, EEEBs e ETEs.
	4. Não há monitoramento da eficiência e capacidade de tratamento.	Estudo de concepção para centralização do SES substituindo a Fossa Filtro desativada pela ampliação da ETE (vazão de projeto de 20,5 L/s) ou reativação da Fossa Filtro desativada de forma a ter capacidade e eficiência de tratamento para atendimento dos padrões de lançamento e dos corpos receptores, considerando uma operação adequada do SES.
	5. Lançamento de esgotos sanitários in natura de residências em corpos hídricos locais, em fossas rudimentares tando na zona urbana (97% não apresentam destinação adequada) quanto na rural (78% não apresentam destinação adequada), ou à céu aberto e/ou em redes de drenagem pluvial	Incentivo à população para realização das ligações na rede coletora, quando existir, por meio de ações educativas e de fiscalização a fim de reduzir o lançamento clandestino de esgotos sanitários em vias públicas, em galerias pluviais e em corpos hídricos e em redes de drenagem pluvial. Possibilidade do uso de soluções alternativas individuais de tratamento, desde que autorizadas por órgão municipal competente, instaladas e mantidas de maneira adequada, sobretudo em comunidades rurais.
	7. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores.	Acompanhamento das condições dos corpos receptores antes e após o lançamento de efluentes tratados, bem como em outros pontos de seus cursos a fim de promover a conservação e recuperação dos mananciais municipais.
	8. Necessidade de dados locais referentes à esgotamento sanitário.	Realizar cadastro georreferenciado das redes existentes e futuras

Fonte: Autoria própria.

Quadro 9-7 – Alternativas para atendimento das demandas – Distrito Nossa Senhora das Graças.

Perímetro urbano/ Comunidade	Demanda	Solução
Nossa Senhora das Graças	1. Não há nenhuma estrutura de SES implantado.	Implementação de SES completo: redes de coleta e transporte, EEEB (se preciso) e ETE com modelo de tratamento de alta eficiência para atendimento dos padrões de lançamento e dos corpos receptores, considerando uma operação adequada do SES.
	2. Lançamento de esgotos sanitários in natura de residências em corpos hídricos locais, em fossas rudimentares tanto na zona urbana (100% não apresentam destinação adequada) quanto na rural (57% não apresentam destinação adequada), ou à céu aberto e/ou em redes de drenagem pluvial	Incentivo à população para realização das ligações na rede coletora, quando existir, por meio de ações educativas e de fiscalização a fim de reduzir o lançamento clandestino de esgotos sanitários em vias públicas, em galerias pluviais e em corpos hídricos e em redes de drenagem pluvial. Possibilidade do uso de soluções alternativas individuais de tratamento, desde que autorizadas por órgão municipal competente, instaladas e mantidas de maneira adequada, sobretudo em comunidades rurais.
	3. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente do Ribeirão Perdição.	Acompanhamento das condições dos corpos receptores antes e após o lançamento de efluentes tratados, bem como em outros pontos de seus cursos a fim de promover a conservação e recuperação dos mananciais municipais.
	4. Necessidade de dados locais referentes à esgotamento sanitário.	Elaboração de uma base de dados atualizada referente aos problemas e soluções locais.

Fonte: Autoria própria.

Quadro 9-8 – Alternativas para atendimento das demandas – Distrito Pequiá.

Perímetro urbano/ Comunidade	Demanda	Solução
Pequiá	1. Aproximadamente 20% dos domicílios estão fora da área de cobertura da rede coletora.	Implementação de novas redes coletoras para universalização do serviço de coleta de esgotamento sanitário, principalmente nas residências próximas aos cursos d'água.
	2. Necessidade de transporte dos esgotos sanitários das áreas com redes coletoras para tratamento.	Implementação de EEEB (se necessário) e implantação de coletores-tronco, interceptores e/ou emissário a fim de encaminhar o esgoto coletado para Estação de Tratamento.
	3. Não há manutenção e conservação periódicas das instalações.	Estabelecimento de cronograma de ações de manutenção e conservação nas redes coletoras, EEEBs e ETEs.
	4. Não há monitoramento da eficiência e capacidade de tratamento.	Estudo de concepção para construção de ETE com capacidade e eficiência de tratamento para atendimento dos padrões de lançamento e dos corpos receptores, considerando uma operação adequada do SES.

	5. Lançamento de esgotos sanitários in natura de residências em corpos hídricos locais, em fossas rudimentares tanto na zona urbana (99% não apresentam destinação adequada) quanto na rural (85% não apresentam destinação adequada) , ou à céu aberto e/ou em redes de drenagem pluvial	Incentivo à população para realização das ligações na rede coletora, quando existir, por meio de ações educativas e de fiscalização a fim de reduzir o lançamento clandestino de esgotos sanitários em vias públicas, em galerias pluviais e em corpos hídricos e em redes de drenagem pluvial. Possibilidade do uso de soluções alternativas individuais de tratamento, desde que autorizadas por órgão municipal competente, instaladas e mantidas de maneira adequada, sobretudo em comunidades rurais.
	6. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente do Rio José Pedro.	Acompanhamento das condições dos corpos receptores antes e após o lançamento de efluentes tratados, bem como em outros pontos de seus cursos a fim de promover a conservação e recuperação dos mananciais municipais.
	7. Necessidade de dados locais referentes à esgotamento sanitário.	Realizar cadastro georreferenciado das redes existentes e futuras.

Fonte: Autoria própria.

Quadro 9-9 – Alternativas para atendimento das demandas – Distrito Santíssima Trindade.

Perímetro urbano/ Comunidade	Demanda	Solução
Santíssima Trindade	1. Não há nenhuma estrutura de SES implantado.	Implementação de SES completo: redes de coleta e transporte, EEEB (se preciso) e ETE com modelo de tratamento de alta eficiência para atendimento dos padrões de lançamento e dos corpos receptores, considerando uma operação adequada do SES.
	2. Lançamento de esgotos sanitários in natura de residências em corpos hídricos locais, em fossas rudimentares tanto na zona urbana (100% não apresentam destinação adequada) quanto na rural (43% não apresentam destinação adequada) , ou à céu aberto e/ou em redes de drenagem pluvial	Incentivo à população para realização das ligações na rede coletora, quando existir, por meio de ações educativas e de fiscalização a fim de reduzir o lançamento clandestino de esgotos sanitários em vias públicas, em galerias pluviais e em corpos hídricos e em redes de drenagem pluvial. Possibilidade do uso de soluções alternativas individuais de tratamento, desde que autorizadas por órgão municipal competente, instaladas e mantidas de maneira adequada, sobretudo em comunidades rurais.
	3. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente do Ribeirão Trindade.	Acompanhamento das condições dos corpos receptores antes e após o lançamento de efluentes tratados, bem como em outros pontos de seus cursos a fim de promover a conservação e recuperação dos mananciais municipais.
	4. Necessidade de dados locais referentes à esgotamento sanitário.	Realizar cadastro georreferenciado das redes existentes e futuras.

Fonte: Autoria própria.

Quadro 9-10 – Alternativas para atendimento das demandas – Distrito São João do Príncipe.

Perímetro urbano/ Comunidade	Demanda	Solução
São João do Príncipe	1. Existência de pequena rede que atende poucos domicílios e encaminha à uma Fossa Filtro.	Implementação de novas redes coletoras para universalização do serviço de coleta de esgotamento sanitário, principalmente nas residências próximas aos cursos d'água.
	2. Necessidade de transporte dos esgotos sanitários das áreas com redes coletoras para tratamento.	Implementação de EEEB (se necessário) e implantação de coletores-tronco, interceptores e/ou emissário a fim de encaminhar o esgoto coletado para Estação de Tratamento.
	3. Não há manutenção e conservação periódicas das instalações.	Estabelecimento de cronograma de ações de manutenção e conservação nas redes coletoras e ETE.
	4. Não há monitoramento da eficiência e capacidade de tratamento.	Estudo de concepção para ampliação da ETE (se necessário) ou substituição do modelo de tratamento para que haja capacidade e eficiência de tratamento para atendimento dos padrões de lançamento e dos corpos receptores, considerando uma operação adequada do SES.
	5. Lançamento de esgotos sanitários in natura de residências em corpos hídricos locais, em fossas rudimentares tanto na zona urbana (36% não apresentam destinação adequada) quanto na rural (87% não apresentam destinação adequada), ou à céu aberto e/ou em redes de drenagem pluvial	Incentivo à população para realização das ligações na rede coletora, quando existir, por meio de ações educativas e de fiscalização a fim de reduzir o lançamento clandestino de esgotos sanitários em vias públicas, em galerias pluviais e em corpos hídricos e em redes de drenagem pluvial. Possibilidade do uso de soluções alternativas individuais de tratamento, desde que autorizadas por órgão municipal competente, instaladas e mantidas de maneira adequada, sobretudo em comunidades rurais.
	6. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente do Córrego do Príncipe.	Acompanhamento das condições dos corpos receptores antes e após o lançamento de efluentes tratados, bem como em outros pontos de seus cursos a fim de promover a conservação e recuperação dos mananciais municipais.
	7. Necessidade de dados locais referentes à esgotamento sanitário.	Realizar cadastro georreferenciado das redes existentes e futuras.

Fonte: Autoria própria.

9.1.2.3 Objetivos e Metas

No Quadro abaixo apresenta-se um resumo dos objetivos e sua projeção temporal dentro do horizonte de planejamento de 20 anos (curto, médio e longo prazos). Neste Quadro também estão estabelecidos critérios de priorização de objetivos

que refletirão as expectativas sociais. Os critérios técnicos que permitiram construir uma escala de primazia entre os objetivos estão descritos a seguir.

Quadro 9-11 – Objetivos e Metas – Distrito Sede.

Demanda	Solução	Metas (prazo)	Prioridade
1. Não há cobertura total na área urbana.	Implementação de novas redes coletoras para universalização do serviço de coleta de esgotamento sanitário, principalmente nas residências próximas aos cursos d'água.	Médio	Média
2. Não há transporte dos esgotos sanitários das áreas com redes coletoras deficitárias pela paralisação de EEEB.	Implementação de estrutura completa para transporte dos esgotos sanitários com reforma das EEEB e implantação de coletores-tronco, interceptores e/ou emissário a fim de encaminhar o esgoto coletado para Estação de Tratamento.	Médio	Alta
3. Não há manutenção e conservação periódicas das instalações.	Estabelecimento de cronograma de ações de manutenção e conservação nas redes coletoras, EEEBs e ETEs.	Curto	Média
4. Não há monitoramento da eficiência e capacidade de tratamento.	Estudo de concepção para centralização do SES substituindo a Fossa Filtro desativada pela ampliação da ETE (vazão de projeto de 20,5 L/s) ou reativação da Fossa Filtro desativada de forma a ter capacidade e eficiência de tratamento para atendimento dos padrões de lançamento e dos corpos receptores, considerando uma operação adequada do SES.	Curto	Alta
5. Lançamento de esgotos sanitários in natura de residências em corpos hídricos locais, em fossas rudimentares, ou à céu aberto e/ou em redes de drenagem pluvial	Incentivo à população para realização das ligações na rede coletora, quando existir, por meio de ações educativas e de fiscalização a fim de reduzir o lançamento clandestino de esgotos sanitários em vias públicas, em galerias pluviais e em corpos hídricos e em redes de drenagem pluvial. Possibilidade do uso de soluções alternativas individuais de tratamento, desde que autorizadas por órgão municipal competente, instaladas e mantidas de maneira adequada, sobretudo em comunidades rurais.	Curto	Alta
6. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores.	Acompanhamento das condições dos corpos receptores antes e após o lançamento de efluentes tratados, bem como em outros pontos de seus cursos a fim de promover a conservação e recuperação dos mananciais municipais.	Curto	Alta
7. Necessidade de dados locais referentes à esgotamento sanitário.	Realizar cadastro georreferenciado das redes existentes e futuras	Longo	Média

Fonte: Autoria própria.

Quadro 9-12 – Objetivos e Metas – Distrito Nossa Senhora das Graças.

Demanda	Solução	Metas (prazo)	Prioridade
1. Não há nenhuma estrutura de SES implantado.	Implementação de SES completo: redes de coleta e transporte, EEEB (se preciso) e ETE com modelo de tratamento de alta eficiência para atendimento dos padrões de lançamento e dos corpos receptores, considerando uma operação adequada do SES.	Longo	Alta
2. Lançamento de esgotos sanitários in natura de residências em corpos hídricos locais, em fossas rudimentares, ou à céu aberto e/ou em redes de drenagem pluvial	Incentivo à população para realização das ligações na rede coletora, quando existir, por meio de ações educativas e de fiscalização a fim de reduzir o lançamento clandestino de esgotos sanitários em vias públicas, em galerias pluviais e em corpos hídricos e em redes de drenagem pluvial. Possibilidade do uso de soluções alternativas individuais de tratamento, desde que autorizadas por órgão municipal competente, instaladas e mantidas de maneira adequada, sobretudo em comunidades rurais.	Curto	Alta
3. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente do Ribeirão Perdição.	Acompanhamento das condições dos corpos receptores antes e após o lançamento de efluentes tratados, bem como em outros pontos de seus cursos a fim de promover a conservação e recuperação dos mananciais municipais.	Curto	Alta
4. Necessidade de dados locais referentes à esgotamento sanitário.	Elaboração de uma base de dados atualizada referente aos problemas e soluções locais.	Longo	Média

Fonte: Autoria própria.

Quadro 9-13 – Objetivos e Metas – Distrito Pequiá.

Demanda	Solução	Metas (prazo)	Prioridade
1. Aproximadamente 20% dos domicílios estão fora da área de cobertura da rede coletora.	Implementação de novas redes coletoras para universalização do serviço de coleta de esgotamento sanitário, principalmente nas residências próximas aos cursos d'água.	Médio	Média
2. Necessidade de transporte dos esgotos sanitários das áreas com redes coletoras para tratamento.	Implementação de EEEB (se necessário) e implantação de coletores-tronco, interceptores e/ou emissário a fim de encaminhar o esgoto coletado para Estação de Tratamento.	Médio	Alta
3. Não há manutenção e conservação periódicas das instalações.	Estabelecimento de cronograma de ações de manutenção e conservação nas redes coletoras, EEEBs e ETEs.	Curto	Média

4. Não há monitoramento da eficiência e capacidade de tratamento.	Estudo de concepção para construção de ETE com capacidade e eficiência de tratamento para atendimento dos padrões de lançamento e dos corpos receptores, considerando uma operação adequada do SES.	Curto	Alta
5. Lançamento de esgotos sanitários in natura de residências em corpos hídricos locais, em fossas rudimentares, ou à céu aberto e/ou em redes de drenagem pluvial	Incentivo à população para realização das ligações na rede coletora, quando existir, por meio de ações educativas e de fiscalização a fim de reduzir o lançamento clandestino de esgotos sanitários em vias públicas, em galerias pluviais e em corpos hídricos e em redes de drenagem pluvial. Possibilidade do uso de soluções alternativas individuais de tratamento, desde que autorizadas por órgão municipal competente, instaladas e mantidas de maneira adequada, sobretudo em comunidades rurais.	Curto	Alto
6. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente do Rio José Pedro.	Acompanhamento das condições dos corpos receptores antes e após o lançamento de efluentes tratados, bem como em outros pontos de seus cursos a fim de promover a conservação e recuperação dos mananciais municipais.	Curto	Alta
7. Necessidade de dados locais referentes à esgotamento sanitário.	Realizar cadastro georreferenciado das redes existentes e futuras.	Longo	Média

Fonte: Autoria própria.

Quadro 9-14 – Objetivos e Metas – Distrito Santíssima Trindade.

Demanda	Solução	Metas (prazo)	Prioridade
1. Não há nenhuma estrutura de SES implantado.	Implementação de SES completo: redes de coleta e transporte, EEEB (se preciso) e ETE com modelo de tratamento de alta eficiência para atendimento dos padrões de lançamento e dos corpos receptores, considerando uma operação adequada do SES.	Longo	Alta
2. Lançamento de esgotos sanitários in natura de residências em corpos hídricos locais, em fossas rudimentares, ou à céu aberto e/ou em redes de drenagem pluvial	Incentivo à população para realização das ligações na rede coletora, quando existir, por meio de ações educativas e de fiscalização a fim de reduzir o lançamento clandestino de esgotos sanitários em vias públicas, em galerias pluviais e em corpos hídricos e em redes de drenagem pluvial. Possibilidade do uso de soluções alternativas individuais de tratamento, desde que autorizadas por órgão municipal competente, instaladas e mantidas de maneira adequada, sobretudo em comunidades rurais.	Curto	Alta

3. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente do Ribeirão Trindade.	Acompanhamento das condições dos corpos receptores antes e após o lançamento de efluentes tratados, bem como em outros pontos de seus cursos a fim de promover a conservação e recuperação dos mananciais municipais.	Curto	Alta
4. Necessidade de dados locais referentes à esgotamento sanitário.	Realizar cadastro georreferenciado das redes existentes e futuras.	Longo	Média

Fonte: Autoria própria.

Quadro 9-15 – Objetivos e Metas – Distrito São João do Príncipe.

Demanda	Solução	Metas (prazo)	Prioridade
1. Existência de pequena rede que atende poucos domicílios e encaminha à uma Fossa Filtro.	Implementação de novas redes coletoras para universalização do serviço de coleta de esgotamento sanitário, principalmente nas residências próximas aos cursos d'água.	Médio	Média
2. Necessidade de transporte dos esgotos sanitários das áreas com redes coletoras para tratamento.	Implementação de EEEB (se necessário) e implantação de coletores-tronco, interceptores e/ou emissário a fim de encaminhar o esgoto coletado para Estação de Tratamento.	Médio	Alta
3. Não há manutenção e conservação periódicas das instalações.	Estabelecimento de cronograma de ações de manutenção e conservação nas redes coletoras e ETE.	Curto	Média
4. Não há monitoramento da eficiência e capacidade de tratamento.	Estudo de concepção para ampliação da ETE (se necessário) ou substituição do modelo de tratamento para que haja capacidade e eficiência de tratamento para atendimento dos padrões de lançamento e dos corpos receptores, considerando uma operação adequada do SES.	Curto	Alta
5. Lançamento de esgotos sanitários in natura de residências em corpos hídricos locais, em fossas rudimentares, ou à céu aberto e/ou em redes de drenagem pluvial	Incentivo à população para realização das ligações na rede coletora, quando existir, por meio de ações educativas e de fiscalização a fim de reduzir o lançamento clandestino de esgotos sanitários em vias públicas, em galerias pluviais e em corpos hídricos e em redes de drenagem pluvial.. Possibilidade do uso de soluções alternativas individuais de tratamento, desde que autorizadas por órgão municipal competente, instaladas e mantidas de maneira adequada, sobretudo em comunidades rurais.	Curto	Alto
6. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente do Córrego do Príncipe.	Acompanhamento das condições dos corpos receptores antes e após o lançamento de efluentes tratados, bem como em outros pontos de seus cursos a fim de promover a conservação e recuperação dos mananciais municipais.	Curto	Alta
7. Necessidade de dados locais referentes à esgotamento sanitário.	Realizar cadastro georreferenciado das redes existentes e futuras.	Longo	Média

Fonte: Autoria própria.

9.1.3 Indicadores e Índices de Desempenho

No setor do saneamento, indicador de desempenho (ID) é uma medida quantitativa da eficiência e da eficácia de uma entidade gestora relativamente a aspectos específicos da atividade desenvolvida ou do comportamento dos sistemas (ALEGRE *et al.*, 2000). Os indicadores até hoje desenvolvidos são, em geral, calculados pela razão entre duas variáveis da mesma natureza ou de natureza distinta, sendo assim adimensionais (STAHRE e ADAMSSON, 2004; OFWAT, 2007; ALEGRE *et al.*, 2006).

O uso de ID fundamenta-se no princípio da transparência das ações do saneamento, estabelecido no artigo 2º da Lei e complementarmente no seu artigo 9º, estabelecendo um sistema de informações articulado com o Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SINISA) (VON SPERLING e VON SPERLING, 2013).

Os indicadores utilizados têm como finalidades principais informar, avaliar e definir critérios, em diferentes âmbitos de atuação (global, nacional e regional) e por diferentes usuários (tomadores de decisão, políticos, economistas, técnicos ou o público em geral). A sua utilização deve ser específica, correspondente à expectativa de quem os utiliza, para a prestação, a regulação e o planejamento dos serviços de saneamento.

Os indicadores aqui apresentados serão úteis no auxílio da avaliação objetiva, do monitoramento e do acompanhamento dos Planos Municipais de Saneamento Básico e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos como um todo.

Segundo o Glossário de Indicadores do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), cerca de 40 ID tratam de esgotamento sanitário. Von Sperling e Von Sperling (2013) levantaram 46 ID mais relevantes em sua pesquisa, divididos em 5 categorias, dos quais 25 não estão na lista de ID do SNIS.

Foram destacados alguns dos indicadores mais relevantes para o esgotamento sanitário, como mostrado no Quadro 9-16

Quadro 9-16 – Indicadores de desempenho para os serviços de esgotamento sanitário.

Cod.	Indicador (Unid.)	Equação	Informações	Pontuação	Objetivo	Relevância			
						PS	AR	AP	US
ID1	Utilização de estações de tratamento (%)	$\frac{Qt}{Qete} \times 100$	Qt: vazão medida ou estimada de esgoto tratado (L/s) Qete: capacidade de tratamento da ETE (L/s)	IE1 > 90% = 100; 60% < IE1 < 90% = interpolar; IE1 < 60% = 0.	Avaliar e planejar ampliações a partir da capacidade ociosa da Estação de Tratamento de Esgotos	X	X	X	
ID2	Cobertura total da rede coletora (%)	$\frac{PCRC}{Pop} \times 100$	PCRC: População coberta por rede coletora (hab) Pop: População residente (hab)	IQ1 = 100% = 100 95% < IQ1 < 99% = 80 85% < IQ1 < 94% = 60 70% < IQ1 < 84% = 40 50% < IQ1 < 69% = 20 IQ1 < 49% = 0	Avaliar a cobertura da rede coletora sobre a população	X	X	X	X
ID3	Cobertura urbana da rede coletora (%)	$\frac{PUCRC}{Pop} \times 100$	PUCRC: População coberta por rede coletora (hab) Pop: População residente (hab)	IQ1 = 100% = 100 95% < IQ1 < 99% = 80 85% < IQ1 < 94% = 60 70% < IQ1 < 84% = 40 50% < IQ1 < 69% = 20 IQ1 < 49% = 0	Avaliar a cobertura da rede coletora sobre a população urbana	X	X	X	X
ID4	Atendimento total da rede coletora (%)	$\frac{PLRC}{Pop} \times 100$	PLRC: População ligada à rede coletora (hab) Pop: População residente (hab)	IQ1 = 100% = 100 95% < IQ1 < 99% = 80 85% < IQ1 < 94% = 60 70% < IQ1 < 84% = 40 50% < IQ1 < 69% = 20 IQ1 < 49% = 0	Avaliar o atendimento à população pela ligação na rede de esgoto	X	X	X	X
ID5	Atendimento urbano da rede coletora (%)	$\frac{PULRC}{PopU} \times 100$	PULRC: População urbana ligada à rede coletora (hab) PopU: População urbana residente (hab)	IQ2 = 100% = 100 95% < IQ2 < 99% = 80 85% < IQ2 < 94% = 60 70% < IQ2 < 84% = 40 50% < IQ2 < 69% = 20 IQ2 < 49% = 0	Avaliar o atendimento à população urbana pela ligação na rede de esgoto	X	X	X	X
ID6	Atendimento da população por ETE (%)	$\frac{PULRC}{PopU} \times 100$	PT: População cujo esgoto coletado segue para ETE (hab) Pop: População residente (hab)	Pont = IQ	Avaliar a proporção da população que recebe tratamento por Estação Coletiva de Tratamento de Esgotos	X	X	X	X
ID7	Índice de coleta de esgoto (%)	$\frac{VEC}{0,8 \times VAC} \times 100$	VEC: Volume de esgoto coletado (m3) VAC: Volume de água consumida (m3)	Pont = IQ	Analisar a razão entre água consumida e geração de esgoto coletado	X	X	X	

ID8	Índice de tratamento de esgoto (%)	$\frac{VET}{VEC} \times 100$	VET: Volume de esgoto tratado (m3) VEC: Volume de esgoto coletado (m3)	Pont = IQ	Avaliar a proporção de esgoto coletado que recebe tratamento.	X	X	X	
ID9	Índice de esgoto tratado por tratamento secundário (%)	$\frac{VETS}{VET} \times 100$	VETS: Volume de esgoto com tratamento secundário (m3) VET: Volume de esgoto tratado (m3)	Pont = IQ	Avaliar a proporção de esgoto tratado que recebe tratamento secundário, para maior eficiência de remoção de poluentes.	X	X	X	
ID10	Atendimento da ETE ao padrão de lançamento (%/ano)	$\frac{AMAP}{AMR} \times 100$	AMAP: Qtd. de amostras por poluente que atendem ao padrão de lançamento AMR: Qtd. de amostras por poluente realizadas no ano	Pont = IQ	Avaliar o cumprimento dos padrões de lançamento, principalmente de DBO, DQO, SST, Fósforo, Nitrogênio e E.coli.	X	X	X	X
ID11	Saturação do Tratamento de Esgoto	$\frac{\log \frac{CT}{VC}}{\log(1+t)}$	N: Número de anos em que o sistema ficará saturado; VC: Volume coletado de esgotos; CT: Capacidade de tratamento; T: Taxa de crescimento anual médio da população para os 5 anos.	ID ≥ 20 = 100 15 ≤ ID < 20 = 80 10 ≤ ID < 15 = 60 5 ≤ ID < 10 = 40 3 ≤ ID < 5 = 10 ID < 3 = 0	Comparar a oferta e a demanda das instalações existentes e programar novas instalações ou ampliações.	X	X	X	

PS: Prestadora de Serviço; AR: Agência Reguladora; AP: Administração Pública; US: Usuário.

ETEs: Estação de Tratamento de Esgoto; DBO: Demanda Biológica de Oxigênio; DQO: Demanda Química de Oxigênio; SST: Sólidos em Suspensão Totais.

Fonte: Adaptado de Von Sperling e Von Sperling (2013).

9.2 CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS E EVOLUÇÃO – PROSPECTIVA DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO – PPE

9.2.1 Parâmetros para Projeção de Demanda

Para o planejamento estratégico das ações referentes ao sistema de esgotamento sanitário, faz-se necessária a estimativa das vazões de contribuição de esgotos sanitários domésticos no município para a identificação das necessidades futuras de ampliação/otimização dos componentes do sistema.

Para o cálculo desta estimativa das vazões de contribuição de esgotos foram adotados os seguintes parâmetros:

9.2.1.1 Período de alcance do projeto

O alcance de projeto adotado foi de 20 anos considerando o ano inicial 2017 e final 2036. A evolução das contribuições de esgoto foi definida a partir de cálculos de taxa de crescimento populacional, tomados como base os censos do IBGE, como mostrado no estudo no crescimento demográfico. Foram calculadas as vazões para as UTAP municipais (considerando a mesma proporcionalidade da população no Censo 2010 do IBGE) para o cenário de médio crescimento populacional.

9.2.1.2 Consumo de água *per capita* (C)

O volume per capita de esgoto gerado por habitante está calculado em função do valor do consumo médio diário per capita de água. Conforme citado no Prognóstico do Sistema de Abastecimento de Água, este valor foi identificado através do número de habitantes atendidos pelo sistema de abastecimento de água e o consumo médio diário para um mesmo período. A partir destas considerações, sugeriu-se a redução do consumo de água ao longo dos 20 anos, conforme abordado no memorial de cálculo.

9.2.1.3 Coeficiente de retorno (R)

É o valor do consumo de água que retorna como esgoto na rede coletora. Será adotado o valor previsto em norma, na qual recomenda-se o valor de 80% de retorno, ou seja, $C = 0,80$.

9.2.1.4 Coeficientes de variação de vazão (K)

Para os coeficientes de variação de vazão estão sendo adotados os valores preconizados por norma, quais sejam:

Coeficiente de variação máxima diária (K1) = 1,20;

Coeficiente de variação máxima horária (K2) = 1,50.

9.2.1.5 Vazão de infiltração unitária (i)

Segundo a Norma NBR 9.649 da ABNT de 1986, a taxa de infiltração deve estar dentro de uma faixa entre 0,05 e 1,0. Devido às características da área de estudo, considerou-se uma taxa de infiltração de 0,10 l/s.km para o cálculo da contribuição de esgoto.

9.2.2 Projeção Futura da Vazão de Esgoto (20 anos)

Para a estimativa da vazão de esgoto ao longo de 20 anos, foram feitos os cálculos para as contribuições de esgoto considerando o cenário de médio crescimento demográfico.

As vazões de contribuição na área de projeto são constituídas das vazões de esgoto doméstico e das contribuições de infiltração. Os cálculos das vazões de esgoto são dados pelos parâmetros já citados anteriormente e as equações a seguir:

- Vazão média de esgoto ($Q_{méd}$):

$$Q_{méd} = \frac{P \times C \times R}{86400}, \text{ em l/s;}$$

- Vazão máxima diária de esgoto ($Q_{máxd}$):

$$Q_{máxd} = Q_{méd} \times K_1, \text{ em l/s;}$$

- Vazão máxima horária de esgoto ($Q_{máxh}$):

$$Q_{máxh} = Q_{méd} \times K_1 \times K_2, \text{ em l/s;}$$

- Vazão de infiltração (Q_{inf}):

$$Q_{inf} = L \times i, \text{ em l/s.}$$

onde:

Quadro 9-17 – Parâmetros de projeto.

P	População de projeto segundo o cenário de crescimento médio
L	Comprimento da rede em m
C	Consumo per capita de água em l/hab.dia
R	Coefficiente de retorno água/esgoto
K1	Coefficiente do dia de maior consumo
K2	Coefficiente da hora de maior consumo
I	Taxa de infiltração em l/s.m

Fonte: Autoria própria.

9.2.2.1 Memorial de cálculo de vazão de esgotos

Tabela 9-1 - Vazão de esgotos do município de Lúna.

Ano	População Município			Per capita de água (l/hab.dia)	Comp. estimado de rede (m)	Vazão de Esgotos (l/dia)									
	Total	Urbana	Rural			Média			Máxima Diária			Máxima Horária			
						Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	
0	2017	28,158	15,528	12,630	155	44415	40.4	22.3	18.1	48.5	26.7	21.8	72.7	40.1	32.6
1	2018	28,286	15,599	12,687	155	44539	40.6	22.4	18.2	48.7	26.9	21.8	73.1	40.3	32.8
2	2019	28,413	15,669	12,744	155	44663	40.8	22.5	18.3	48.9	27.0	21.9	73.4	40.5	32.9
3	2020	28,542	15,740	12,802	155	44787	41.0	22.6	18.4	49.2	27.1	22.0	73.7	40.7	33.1
4	2021	28,647	15,798	12,849	155	44911	41.1	22.7	18.4	49.3	27.2	22.1	74.0	40.8	33.2
5	2022	28,752	15,856	12,896	155	45035	41.3	22.8	18.5	49.5	27.3	22.2	74.3	41.0	33.3
6	2023	28,858	15,914	12,944	155	45159	41.4	22.8	18.6	49.7	27.4	22.3	74.5	41.1	33.4
7	2024	28,964	15,973	12,991	155	45283	41.6	22.9	18.6	49.9	27.5	22.4	74.8	41.3	33.6
8	2025	29,071	16,032	13,039	155	45407	41.7	23.0	18.7	50.1	27.6	22.5	75.1	41.4	33.7
9	2026	29,147	16,074	13,073	155	45532	41.8	23.1	18.8	50.2	27.7	22.5	75.3	41.5	33.8
10	2027	29,223	16,115	13,108	155	45656	41.9	23.1	18.8	50.3	27.8	22.6	75.5	41.6	33.9
11	2028	29,300	16,158	13,142	155	45780	42.1	23.2	18.9	50.5	27.8	22.6	75.7	41.7	34.0
12	2029	29,376	16,200	13,176	155	45904	42.2	23.3	18.9	50.6	27.9	22.7	75.9	41.9	34.0
13	2030	29,453	16,242	13,211	155	46028	42.3	23.3	19.0	50.7	28.0	22.8	76.1	42.0	34.1
14	2031	29,499	16,268	13,231	155	46152	42.3	23.3	19.0	50.8	28.0	22.8	76.2	42.0	34.2
15	2032	29,545	16,293	13,252	155	46276	42.4	23.4	19.0	50.9	28.1	22.8	76.3	42.1	34.2
16	2033	29,591	16,318	13,273	155	46400	42.5	23.4	19.0	51.0	28.1	22.9	76.4	42.2	34.3
17	2034	29,638	16,344	13,294	155	46524	42.5	23.5	19.1	51.0	28.1	22.9	76.6	42.2	34.3
18	2035	29,684	16,370	13,314	155	46648	42.6	23.5	19.1	51.1	28.2	22.9	76.7	42.3	34.4
19	2036	29,708	16,383	13,325	155	46772	42.6	23.5	19.1	51.2	28.2	22.9	76.7	42.3	34.4
20	2037	29,731	16,396	13,335	155	46896	42.7	23.5	19.1	51.2	28.2	23.0	76.8	42.4	34.4

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9-2 - Vazão de esgotos do distrito Sede - Iúna.

Ano		População Sede			Per capita de água (l/hab.dia)	Comp. estimado de rede (m)	Vazão de Esgotos (l/dia)								
							Média			Máxima Diária			Máxima Horária		
		Total	Urbana	Rural			Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
0	2017	17,585	13,457	4,128	155	36576	25.2	19.3	5.9	30.3	23.2	7.1	45.4	34.8	10.7
1	2018	17,665	13,518	4,147	155	36678	25.4	19.4	6.0	30.4	23.3	7.1	45.6	34.9	10.7
2	2019	17,745	13,579	4,166	155	36780	25.5	19.5	6.0	30.6	23.4	7.2	45.8	35.1	10.8
3	2020	17,825	13,640	4,185	155	36883	25.6	19.6	6.0	30.7	23.5	7.2	46.0	35.2	10.8
4	2021	17,891	13,691	4,200	155	36985	25.7	19.6	6.0	30.8	23.6	7.2	46.2	35.4	10.9
5	2022	17,956	13,741	4,215	155	37087	25.8	19.7	6.0	30.9	23.7	7.3	46.4	35.5	10.9
6	2023	18,023	13,792	4,231	155	37189	25.9	19.8	6.1	31.0	23.8	7.3	46.6	35.6	10.9
7	2024	18,089	13,842	4,247	155	37292	26.0	19.9	6.1	31.2	23.8	7.3	46.7	35.8	11.0
8	2025	18,156	13,894	4,262	155	37394	26.1	19.9	6.1	31.3	23.9	7.3	46.9	35.9	11.0
9	2026	18,203	13,930	4,273	155	37496	26.1	20.0	6.1	31.3	24.0	7.4	47.0	36.0	11.0
10	2027	18,250	13,966	4,284	155	37598	26.2	20.0	6.1	31.4	24.1	7.4	47.1	36.1	11.1
11	2028	18,299	14,003	4,296	155	37701	26.3	20.1	6.2	31.5	24.1	7.4	47.3	36.2	11.1
12	2029	18,346	14,039	4,307	155	37803	26.3	20.1	6.2	31.6	24.2	7.4	47.4	36.3	11.1
13	2030	18,394	14,076	4,318	155	37905	26.4	20.2	6.2	31.7	24.2	7.4	47.5	36.4	11.2
14	2031	18,423	14,098	4,325	155	38007	26.4	20.2	6.2	31.7	24.3	7.4	47.6	36.4	11.2
15	2032	18,452	14,120	4,332	155	38109	26.5	20.3	6.2	31.8	24.3	7.5	47.7	36.5	11.2
16	2033	18,480	14,142	4,338	155	38212	26.5	20.3	6.2	31.8	24.4	7.5	47.7	36.5	11.2
17	2034	18,510	14,165	4,345	155	38314	26.6	20.3	6.2	31.9	24.4	7.5	47.8	36.6	11.2
18	2035	18,538	14,186	4,352	155	38416	26.6	20.4	6.2	31.9	24.4	7.5	47.9	36.6	11.2
19	2036	18,553	14,198	4,355	155	38518	26.6	20.4	6.3	32.0	24.5	7.5	47.9	36.7	11.3
20	2037	18,568	14,209	4,359	155	38621	26.6	20.4	6.3	32.0	24.5	7.5	48.0	36.7	11.3

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9-3 - Vazão de esgotos do distrito Pequiá - Iúna.

Ano		População Sede			Per capita de água (l/hab.dia)	Comp. estimado de rede (m)	Vazão de Esgotos (l/dia)								
							Média			Máxima Diária			Máxima Horária		
		Total	Urbana	Rural			Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
0	2017	3,917	853	3,064	155	2751	5.6	1.2	4.4	6.7	1.5	5.3	10.1	2.2	7.9
1	2018	3,935	857	3,078	155	2759	5.6	1.2	4.4	6.8	1.5	5.3	10.2	2.2	8.0
2	2019	3,952	861	3,091	155	2766	5.7	1.2	4.4	6.8	1.5	5.3	10.2	2.2	8.0
3	2020	3,970	865	3,105	155	2774	5.7	1.2	4.5	6.8	1.5	5.3	10.3	2.2	8.0
4	2021	3,985	868	3,117	155	2782	5.7	1.2	4.5	6.9	1.5	5.4	10.3	2.2	8.1
5	2022	3,999	871	3,128	155	2789	5.7	1.3	4.5	6.9	1.5	5.4	10.3	2.3	8.1
6	2023	4,014	875	3,139	155	2797	5.8	1.3	4.5	6.9	1.5	5.4	10.4	2.3	8.1
7	2024	4,029	878	3,151	155	2805	5.8	1.3	4.5	6.9	1.5	5.4	10.4	2.3	8.1
8	2025	4,044	881	3,163	155	2813	5.8	1.3	4.5	7.0	1.5	5.4	10.4	2.3	8.2
9	2026	4,054	883	3,171	155	2820	5.8	1.3	4.6	7.0	1.5	5.5	10.5	2.3	8.2
10	2027	4,065	886	3,179	155	2828	5.8	1.3	4.6	7.0	1.5	5.5	10.5	2.3	8.2
11	2028	4,076	888	3,188	155	2836	5.8	1.3	4.6	7.0	1.5	5.5	10.5	2.3	8.2
12	2029	4,086	890	3,196	155	2843	5.9	1.3	4.6	7.0	1.5	5.5	10.6	2.3	8.3
13	2030	4,097	893	3,204	155	2851	5.9	1.3	4.6	7.1	1.5	5.5	10.6	2.3	8.3
14	2031	4,103	894	3,209	155	2859	5.9	1.3	4.6	7.1	1.5	5.5	10.6	2.3	8.3
15	2032	4,110	896	3,214	155	2866	5.9	1.3	4.6	7.1	1.5	5.5	10.6	2.3	8.3
16	2033	4,116	897	3,219	155	2874	5.9	1.3	4.6	7.1	1.5	5.5	10.6	2.3	8.3
17	2034	4,123	898	3,225	155	2882	5.9	1.3	4.6	7.1	1.5	5.6	10.7	2.3	8.3
18	2035	4,129	900	3,229	155	2889	5.9	1.3	4.6	7.1	1.6	5.6	10.7	2.3	8.3
19	2036	4,132	900	3,232	155	2897	5.9	1.3	4.6	7.1	1.6	5.6	10.7	2.3	8.3
20	2037	4,136	901	3,235	155	2905	5.9	1.3	4.6	7.1	1.6	5.6	10.7	2.3	8.4

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9-4 - Vazão de esgotos do distrito NS das Graças - Iúna.

Ano		População Sede			Per capita de água (l/hab.dia)	Comp. estimado de rede (m)	Vazão de Esgotos (l/dia)								
							Média			Máxima Diária			Máxima Horária		
		Total	Urbana	Rural			Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
0	2017	2,409	590	1,819	155	2203	3.5	0.8	2.6	4.1	1.0	3.1	6.2	1.5	4.7
1	2018	2,420	593	1,827	155	2209	3.5	0.9	2.6	4.2	1.0	3.1	6.3	1.5	4.7
2	2019	2,431	595	1,836	155	2215	3.5	0.9	2.6	4.2	1.0	3.2	6.3	1.5	4.7
3	2020	2,442	598	1,844	155	2222	3.5	0.9	2.6	4.2	1.0	3.2	6.3	1.5	4.8
4	2021	2,451	600	1,851	155	2228	3.5	0.9	2.7	4.2	1.0	3.2	6.3	1.6	4.8
5	2022	2,460	602	1,858	155	2234	3.5	0.9	2.7	4.2	1.0	3.2	6.4	1.6	4.8
6	2023	2,469	605	1,864	155	2240	3.5	0.9	2.7	4.3	1.0	3.2	6.4	1.6	4.8
7	2024	2,478	607	1,871	155	2246	3.6	0.9	2.7	4.3	1.0	3.2	6.4	1.6	4.8
8	2025	2,487	609	1,878	155	2252	3.6	0.9	2.7	4.3	1.0	3.2	6.4	1.6	4.9
9	2026	2,494	611	1,883	155	2259	3.6	0.9	2.7	4.3	1.1	3.2	6.4	1.6	4.9
10	2027	2,500	612	1,888	155	2265	3.6	0.9	2.7	4.3	1.1	3.3	6.5	1.6	4.9
11	2028	2,507	614	1,893	155	2271	3.6	0.9	2.7	4.3	1.1	3.3	6.5	1.6	4.9
12	2029	2,513	615	1,898	155	2277	3.6	0.9	2.7	4.3	1.1	3.3	6.5	1.6	4.9
13	2030	2,520	617	1,903	155	2283	3.6	0.9	2.7	4.3	1.1	3.3	6.5	1.6	4.9
14	2031	2,524	618	1,906	155	2289	3.6	0.9	2.7	4.3	1.1	3.3	6.5	1.6	4.9
15	2032	2,528	619	1,909	155	2296	3.6	0.9	2.7	4.4	1.1	3.3	6.5	1.6	4.9
16	2033	2,532	620	1,912	155	2302	3.6	0.9	2.7	4.4	1.1	3.3	6.5	1.6	4.9
17	2034	2,536	621	1,915	155	2308	3.6	0.9	2.7	4.4	1.1	3.3	6.6	1.6	4.9
18	2035	2,540	622	1,918	155	2314	3.6	0.9	2.8	4.4	1.1	3.3	6.6	1.6	5.0
19	2036	2,542	622	1,920	155	2320	3.6	0.9	2.8	4.4	1.1	3.3	6.6	1.6	5.0
20	2037	2,544	623	1,921	155	2326	3.7	0.9	2.8	4.4	1.1	3.3	6.6	1.6	5.0

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9-5 - Vazão de esgotos do distrito Santíssima Trindade - Iúna.

Ano		População Sede			Per capita de água (l/hab.dia)	Comp. estimado de rede (m)	Vazão de Esgotos (l/dia)								
							Média			Máxima Diária			Máxima Horária		
		Total	Urbana	Rural			Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
0	2017	2,558	278	2,280	155	1182	3.7	0.4	3.3	4.4	0.5	3.9	6.6	0.7	5.9
1	2018	2,570	279	2,291	155	1185	3.7	0.4	3.3	4.4	0.5	3.9	6.6	0.7	5.9
2	2019	2,581	281	2,300	155	1189	3.7	0.4	3.3	4.4	0.5	4.0	6.7	0.7	5.9
3	2020	2,593	282	2,311	155	1192	3.7	0.4	3.3	4.5	0.5	4.0	6.7	0.7	6.0
4	2021	2,602	283	2,319	155	1195	3.7	0.4	3.3	4.5	0.5	4.0	6.7	0.7	6.0
5	2022	2,612	284	2,328	155	1199	3.7	0.4	3.3	4.5	0.5	4.0	6.7	0.7	6.0
6	2023	2,622	285	2,337	155	1202	3.8	0.4	3.4	4.5	0.5	4.0	6.8	0.7	6.0
7	2024	2,631	286	2,345	155	1205	3.8	0.4	3.4	4.5	0.5	4.0	6.8	0.7	6.1
8	2025	2,641	287	2,354	155	1208	3.8	0.4	3.4	4.5	0.5	4.1	6.8	0.7	6.1
9	2026	2,648	288	2,360	155	1212	3.8	0.4	3.4	4.6	0.5	4.1	6.8	0.7	6.1
10	2027	2,655	289	2,366	155	1215	3.8	0.4	3.4	4.6	0.5	4.1	6.9	0.7	6.1
11	2028	2,662	289	2,373	155	1218	3.8	0.4	3.4	4.6	0.5	4.1	6.9	0.7	6.1
12	2029	2,669	290	2,379	155	1222	3.8	0.4	3.4	4.6	0.5	4.1	6.9	0.7	6.1
13	2030	2,676	291	2,385	155	1225	3.8	0.4	3.4	4.6	0.5	4.1	6.9	0.8	6.2
14	2031	2,680	291	2,389	155	1228	3.8	0.4	3.4	4.6	0.5	4.1	6.9	0.8	6.2
15	2032	2,684	292	2,392	155	1232	3.9	0.4	3.4	4.6	0.5	4.1	6.9	0.8	6.2
16	2033	2,688	292	2,396	155	1235	3.9	0.4	3.4	4.6	0.5	4.1	6.9	0.8	6.2
17	2034	2,692	293	2,399	155	1238	3.9	0.4	3.4	4.6	0.5	4.1	7.0	0.8	6.2
18	2035	2,697	293	2,404	155	1241	3.9	0.4	3.5	4.6	0.5	4.1	7.0	0.8	6.2
19	2036	2,699	293	2,406	155	1245	3.9	0.4	3.5	4.6	0.5	4.1	7.0	0.8	6.2
20	2037	2,701	294	2,407	155	1248	3.9	0.4	3.5	4.7	0.5	4.1	7.0	0.8	6.2

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9-6 - Vazão de esgotos do distrito São João do Príncipe - lúna.

Ano		População Sede			Per capita de água (l/hab.dia)	Comp. estimado de rede (m)	Vazão de Esgotos (l/dia)								
							Média			Máxima Diária			Máxima Horária		
		Total	Urbana	Rural			Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
0	2017	1,689	351	1,338	155	1703	2.4	0.5	1.9	2.9	0.6	2.3	4.4	0.9	3.5
1	2018	1,696	353	1,343	155	1708	2.4	0.5	1.9	2.9	0.6	2.3	4.4	0.9	3.5
2	2019	1,704	354	1,350	155	1712	2.4	0.5	1.9	2.9	0.6	2.3	4.4	0.9	3.5
3	2020	1,712	356	1,356	155	1717	2.5	0.5	1.9	2.9	0.6	2.3	4.4	0.9	3.5
4	2021	1,718	357	1,361	155	1722	2.5	0.5	2.0	3.0	0.6	2.3	4.4	0.9	3.5
5	2022	1,724	358	1,366	155	1727	2.5	0.5	2.0	3.0	0.6	2.4	4.5	0.9	3.5
6	2023	1,731	360	1,371	155	1731	2.5	0.5	2.0	3.0	0.6	2.4	4.5	0.9	3.5
7	2024	1,737	361	1,376	155	1736	2.5	0.5	2.0	3.0	0.6	2.4	4.5	0.9	3.6
8	2025	1,743	362	1,381	155	1741	2.5	0.5	2.0	3.0	0.6	2.4	4.5	0.9	3.6
9	2026	1,748	363	1,385	155	1746	2.5	0.5	2.0	3.0	0.6	2.4	4.5	0.9	3.6
10	2027	1,752	364	1,388	155	1750	2.5	0.5	2.0	3.0	0.6	2.4	4.5	0.9	3.6
11	2028	1,757	365	1,392	155	1755	2.5	0.5	2.0	3.0	0.6	2.4	4.5	0.9	3.6
12	2029	1,762	366	1,396	155	1760	2.5	0.5	2.0	3.0	0.6	2.4	4.6	0.9	3.6
13	2030	1,766	367	1,399	155	1765	2.5	0.5	2.0	3.0	0.6	2.4	4.6	0.9	3.6
14	2031	1,769	368	1,401	155	1769	2.5	0.5	2.0	3.0	0.6	2.4	4.6	1.0	3.6
15	2032	1,772	368	1,404	155	1774	2.5	0.5	2.0	3.1	0.6	2.4	4.6	1.0	3.6
16	2033	1,775	369	1,406	155	1779	2.5	0.5	2.0	3.1	0.6	2.4	4.6	1.0	3.6
17	2034	1,777	369	1,408	155	1784	2.6	0.5	2.0	3.1	0.6	2.4	4.6	1.0	3.6
18	2035	1,780	370	1,410	155	1788	2.6	0.5	2.0	3.1	0.6	2.4	4.6	1.0	3.6
19	2036	1,782	370	1,412	155	1793	2.6	0.5	2.0	3.1	0.6	2.4	4.6	1.0	3.6
20	2037	1,783	371	1,412	155	1798	2.6	0.5	2.0	3.1	0.6	2.4	4.6	1.0	3.6

Fonte: Autoria própria.

9.2.3 Estimativas de geração dos principais poluentes nos esgotos domésticos

Demanda Bioquímica de Oxigênio

A DBO de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado e referido como DBO_{5,20} (VALENTE *et al.*, 1997).

Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática (VON SPERLING, 1996).

No campo do tratamento de esgotos, a DBO é um parâmetro importante no controle das eficiências das estações, tanto de tratamentos biológicos aeróbios e anaeróbios, bem como físico-químicos (VON SPERLING, 1996).

Segundo a Resolução CONAMA n. 430/2011, a DBO_{5,20} máxima para lançamento de efluentes sanitário será de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor (BRASIL, 2011).

A carga de DBO, expressa em kg/dia, é um parâmetro fundamental no projeto das estações de tratamento biológico de esgotos. Dela resultam as principais características do sistema de tratamento, como áreas e volumes de tanques, potências de aeradores, etc. A carga de DBO é produto da vazão do efluente pela concentração de DBO.

Segundo a CETESB (2009), no caso de esgotos sanitários, é tradicional no Brasil a adoção de uma contribuição *per capita* de DBO_{5,20} de 54 g.hab⁻¹.dia⁻¹. Porém,

há a necessidade de melhor definição deste parâmetro através de determinações de cargas de $DBO_{5,20}$ em bacias de esgotamento com população conhecida.

Demanda Química de Oxigênio

É a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica de uma amostra por meio de um agente químico, como o dicromato de potássio. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da $DBO_{5,20}$, sendo o teste realizado num prazo menor. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial (VALENTE *et al.*, 1997).

A DQO é muito útil quando utilizada conjuntamente com a DBO para observar a biodegradabilidade de despejos. Como na DBO mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO significa que mais biodegradável será o efluente. É comum aplicar-se tratamentos biológicos para efluentes com relações $DQO/DBO_{5,20}$ de 3/1, por exemplo. Mas valores muito elevados desta relação indicam grandes possibilidades de insucesso, uma vez que a fração biodegradável se torna pequena, tendo-se ainda o tratamento biológico prejudicado pelo efeito tóxico sobre os microrganismos exercido pela fração não biodegradável (VON SPERLING, 1996).

Sólidos Suspensos

Em saneamento, sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado, definindo as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis) (OLIVEIRA E VON SPERLING, 2005).

Nos estudos de controle de poluição das águas naturais, principalmente nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais, as determinações dos níveis de concentração das diversas frações de sólidos resultam em um quadro geral da distribuição das partículas com relação ao

tamanho (sólidos em suspensão e dissolvidos) e com relação à natureza (fixos ou minerais e voláteis ou orgânicos).

Deve ser destacado que, embora a concentração de sólidos voláteis seja associada à presença de compostos orgânicos na água, não propicia qualquer informação sobre a natureza específica das diferentes moléculas orgânicas eventualmente presentes.

Em processos biológicos aeróbios, como os sistemas de lodos ativados e de lagoas aeradas mecanicamente, bem como em processos anaeróbios, as concentrações de sólidos em suspensão voláteis nos lodos dos reatores têm sido utilizadas para se estimar a concentração de microrganismos decompositores da matéria orgânica.

Para o recurso hídrico, os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Eles podem sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos ou, também, danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia.

Nitrogênio Total

As fontes de nitrogênio nas águas naturais são diversas. O nitrogênio pode ser encontrado nas águas nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. As duas primeiras são formas reduzidas e as duas últimas, oxidadas (APHA, 1995). Pode-se associar as etapas de degradação da poluição orgânica por meio da relação entre as formas de nitrogênio. Nas zonas de autodepuração natural em rios, distinguem-se as presenças de nitrogênio orgânico na zona de degradação, amoniacal na zona de decomposição ativa, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas limpas.

Os esgotos sanitários constituem, em geral, a principal fonte, lançando nas águas nitrogênio orgânico, devido à presença de proteínas, e nitrogênio amoniacal, pela hidrólise da ureia na água. Alguns efluentes industriais também concorrem para as descargas de nitrogênio orgânico e amoniacal nas águas, como algumas indústrias químicas, petroquímicas, siderúrgicas, farmacêuticas, conservas alimentícias, matadouros, frigoríficos e curtumes. Nas áreas agrícolas, o

escoamento das águas pluviais pelos solos fertilizados também contribui para a presença de diversas formas de nitrogênio. Também nas áreas urbanas, a drenagem das águas pluviais, associada às deficiências do sistema de limpeza pública, constitui fonte difusa de difícil caracterização (PACHECO E WOLFF, 2016).

Os compostos de nitrogênio são nutrientes para processos biológicos e são caracterizados como macronutrientes, pois, depois do carbono, o nitrogênio é o elemento exigido em maior quantidade pelas células vivas. Quando descarregados nas águas naturais, conjuntamente com o fósforo e outros nutrientes presentes nos despejos, provocam o enriquecimento do meio, tornando-o eutrofizado (VON SPERLING, 1996).

Deve-se lembrar também que os processos de tratamento de esgotos geralmente empregados atualmente no Brasil não contemplam a remoção de nutrientes e os efluentes finais tratados lançam elevadas concentrações destes nos corpos d'água (OLIVEIRA E VON SPERLING, 2005).

Nos reatores biológicos das estações de tratamento de esgotos, o carbono, o nitrogênio e o fósforo têm que se apresentar em proporções adequadas para possibilitar o crescimento celular sem limitações nutricionais. Com base na composição das células dos microrganismos que formam parte dos tratamentos, costuma-se exigir uma relação $DBO_{5,20}:N:P$ mínima de 100:5:1 em processos aeróbios e uma relação $DQO:N:P$ de pelo menos 350:7:1 em reatores anaeróbios.

Pela legislação federal em vigor, o nitrogênio amoniacal é padrão de classificação das águas naturais e padrão de emissão de esgotos. A amônia é um tóxico bastante restritivo à vida dos peixes, sendo que muitas espécies não suportam concentrações acima de 5 mg/L.

Fósforo Total

O fósforo aparece em águas naturais devido, principalmente, às descargas de esgotos sanitários. A matéria orgânica fecal e os detergentes em pó empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo

em quantidades excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais (VON SPERLING, 1996).

O fósforo pode se apresentar nas águas sob três formas diferentes. Os fosfatos orgânicos são a forma em que o fósforo compõe moléculas orgânicas, como a de um detergente, por exemplo. Os ortofosfatos são representados pelos radicais, que se combinam com cátions formando sais inorgânicos nas águas e os polifosfatos, ou fosfatos condensados, polímeros de ortofosfatos. Esta terceira forma não é muito importante nos estudos de controle de qualidade das águas, porque sofre hidrólise, convertendo-se rapidamente em ortofosfatos nas águas naturais (APHA, 1995).

Assim como o nitrogênio, o fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos, ou seja, é um dos chamados macronutrientes, por ser exigido também em grandes quantidades pelas células. Os esgotos sanitários no Brasil apresentam, tipicamente, concentração de fósforo total na faixa de 6 a 10 mgP/L, não exercendo efeito limitante sobre os tratamentos biológicos.

Coliformes Termotolerantes

São definidos como microrganismos do grupo coliforme capazes de fermentar a lactose a 44-45°C, sendo representados principalmente pela *Escherichia coli* e, também por algumas bactérias dos gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. Dentre esses microrganismos, somente a *E. coli* é de origem exclusivamente fecal, estando sempre presente, em densidades elevadas nas fezes de humanos, mamíferos e pássaros, sendo raramente encontrada na água ou solo que não tenham recebido contaminação fecal. Os demais podem ocorrer em águas com altos teores de matéria orgânica, como por exemplo, efluentes industriais, ou em material vegetal e solo em processo de decomposição (VON SPERLING, 1996).

Sua presença em águas de regiões de clima quente não pode ser ignorada, pois não pode ser excluída, nesse caso, a possibilidade da presença de microrganismos patogênicos. Os coliformes termotolerantes não são, dessa forma, indicadores de contaminação fecal tão bons quanto a *E. coli*, mas seu uso é aceitável para avaliação da qualidade da água.

As estimativas de cargas e concentrações dos principais parâmetros de poluição presentes nos esgotos domésticos (DBO, DQO, SS, NT, FT e CT) foram elaboradas considerando o período de alcance de 20 anos do PMSB e dois cenários alternativos: (a) sem tratamento e (b) com tratamento dos esgotos (assumindo-se eficiências típicas de remoção de modalidades de tratamento).

Define-se carga poluidora como sendo a quantidade de poluente (massa) por unidade de tempo e que também corresponde ao produto da concentração do poluente (massa de poluente por unidade de volume) pela vazão do efluente:

$$Carga \left[\frac{kg}{dia} \right] = C \left[\frac{mg}{l} \right] \times Q \left[\frac{l}{s} \right] \times 0,0864$$

$$Carga \left[\frac{kg}{dia} \right] = CargaPerCapita \left[\frac{g}{hab. dia} \right] \times Pop[hab] \div 1000$$

(a) Sem tratamento

Para estimar a carga dos principais poluentes nas vazões de esgotos domésticos, consideraremos valores típicos de contribuição per capita presentes na literatura, conforme apresentado na Tabela 9-7.

Tabela 9-7 - Valores típicos de concentração e contribuição per capita dos principais parâmetros físicos, químicos e biológicos dos esgotos domésticos.

Parâmetros Físico-químicos	Contrib. Per capita (g/hab.dia)		Concentração (mg/l)	
	Faixa	Típico	Faixa	Típico
Sólidos Totais	120-220	180	700-1350	1000
Suspensos	35-70	60	200-450	400
• Fixos	7-14	10	40-100	0
• Voláteis	25-60	50	165-350	320
Dissolvidos	85-150	120	500-900	700
• Fixos	50-90	70	300-550	400
• Voláteis	35-60	50	200-350	300
Matéria Orgânica				
• DBO ₅	40-60	50	200-500	350
• DQO	80-130	100	400-800	700
Nitrogênio Total	6-112	8,0	35-70	50
• N Orgânico	2,5-5,0	3,5	15-30	20
• Amônia	3,5-7,0	4,5	20-40	30
• Nitrito	~0	~0	~0	~0
• Nitrato	0-0,5	~0	0-2	~0
Fósforo	1,0-4,5	2,5	5-25	14
• P Orgânico	0,3-1,5	0,8	2-8	4
• P Inorgânico	0,7-3,0	1,7	4-17	10
Parâmetros Biológicos	Contrib. Per capita (NMP/dia)		Concentração (NMP/l)	
Coliformes totais	10 ⁹ -10 ¹²		10 ⁶ -10 ⁹	

Fonte: Silva (2004).

Tabela 9-8 - Carga de DBO municipal e por distrito (kg/dia).

Ano		Município			Sede			Pequiá			NS das Graças			Santíssima Trindade			SJ do Príncipe		
		Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
0	2017	1407.9	776.4	631.5	879.3	672.9	206.4	195.9	42.7	153.2	120.5	29.5	91.0	127.9	13.9	114.0	84.5	17.6	66.9
1	2018	1414.3	780.0	634.4	883.3	675.9	207.4	196.8	42.9	153.9	121.0	29.7	91.4	128.5	14.0	114.6	84.8	17.7	67.2
2	2019	1420.7	783.5	637.2	887.3	679.0	208.3	197.6	43.1	154.6	121.6	29.8	91.8	129.1	14.1	115.0	85.2	17.7	67.5
3	2020	1427.1	787.0	640.1	891.3	682.0	209.3	198.5	43.3	155.3	122.1	29.9	92.2	129.7	14.1	115.6	85.6	17.8	67.8
4	2021	1432.4	789.9	642.5	894.6	684.6	210.0	199.3	43.4	155.9	122.6	30.0	92.6	130.1	14.2	116.0	85.9	17.9	68.1
5	2022	1437.6	792.8	644.8	897.8	687.1	210.8	200.0	43.6	156.4	123.0	30.1	92.9	130.6	14.2	116.4	86.2	17.9	68.3
6	2023	1442.9	795.7	647.2	901.2	689.6	211.6	200.7	43.8	157.0	123.5	30.3	93.2	131.1	14.3	116.9	86.6	18.0	68.6
7	2024	1448.2	798.7	649.6	904.5	692.1	212.4	201.5	43.9	157.6	123.9	30.4	93.6	131.6	14.3	117.3	86.9	18.1	68.8
8	2025	1453.6	801.6	652.0	907.8	694.7	213.1	202.2	44.1	158.2	124.4	30.5	93.9	132.1	14.4	117.7	87.2	18.1	69.1
9	2026	1457.4	803.7	653.7	910.2	696.5	213.7	202.7	44.2	158.6	124.7	30.6	94.2	132.4	14.4	118.0	87.4	18.2	69.3
10	2027	1461.2	805.8	655.4	912.5	698.3	214.2	203.3	44.3	159.0	125.0	30.6	94.4	132.8	14.5	118.3	87.6	18.2	69.4
11	2028	1465.0	807.9	657.1	915.0	700.2	214.8	203.8	44.4	159.4	125.4	30.7	94.7	133.1	14.5	118.7	87.9	18.3	69.6
12	2029	1468.8	810.0	658.8	917.3	702.0	215.4	204.3	44.5	159.8	125.7	30.8	94.9	133.5	14.5	119.0	88.1	18.3	69.8
13	2030	1472.7	812.1	660.6	919.7	703.8	215.9	204.9	44.7	160.2	126.0	30.9	95.2	133.8	14.6	119.3	88.3	18.4	70.0
14	2031	1475.0	813.4	661.6	921.2	704.9	216.3	205.2	44.7	160.5	126.2	30.9	95.3	134.0	14.6	119.5	88.5	18.4	70.1
15	2032	1477.3	814.7	662.6	922.6	706.0	216.6	205.5	44.8	160.7	126.4	31.0	95.5	134.2	14.6	119.6	88.6	18.4	70.2
16	2033	1479.6	815.9	663.7	924.0	707.1	216.9	205.8	44.9	161.0	126.6	31.0	95.6	134.4	14.6	119.8	88.8	18.5	70.3
17	2034	1481.9	817.2	664.7	925.5	708.3	217.3	206.2	44.9	161.3	126.8	31.1	95.8	134.6	14.7	120.0	88.9	18.5	70.4
18	2035	1484.2	818.5	665.7	926.9	709.3	217.6	206.5	45.0	161.5	127.0	31.1	95.9	134.9	14.7	120.2	89.0	18.5	70.5
19	2036	1485.4	819.2	666.3	927.7	709.9	217.8	206.6	45.0	161.6	127.1	31.1	96.0	135.0	14.7	120.3	89.1	18.5	70.6
20	2037	1486.6	819.8	666.8	928.4	710.5	218.0	206.8	45.1	161.8	127.2	31.2	96.1	135.1	14.7	120.4	89.2	18.6	70.6

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9-9 - Carga de DQO municipal e por distrito (kg/dia).

Ano	Município			Sede			Pequiá			NS das Graças			Santíssima Trindade			SJ do Príncipe			
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	
0	2017	2815.8	1552.8	1263.0	1758.5	1345.7	412.8	391.7	85.3	306.4	240.9	59.0	181.9	255.8	27.8	228.0	168.9	35.1	133.8
1	2018	2828.6	1559.9	1268.7	1766.5	1351.8	414.7	393.5	85.7	307.8	242.0	59.3	182.7	257.0	27.9	229.1	169.6	35.3	134.3
2	2019	2841.3	1566.9	1274.4	1774.5	1357.9	416.6	395.2	86.1	309.1	243.1	59.5	183.6	258.1	28.1	230.0	170.4	35.4	135.0
3	2020	2854.2	1574.0	1280.2	1782.5	1364.0	418.5	397.0	86.5	310.5	244.2	59.8	184.4	259.3	28.2	231.1	171.2	35.6	135.6
4	2021	2864.7	1579.8	1284.9	1789.1	1369.1	420.0	398.5	86.8	311.7	245.1	60.0	185.1	260.2	28.3	231.9	171.8	35.7	136.1
5	2022	2875.2	1585.6	1289.6	1795.6	1374.1	421.5	399.9	87.1	312.8	246.0	60.2	185.8	261.2	28.4	232.8	172.4	35.8	136.6
6	2023	2885.8	1591.4	1294.4	1802.3	1379.2	423.1	401.4	87.5	313.9	246.9	60.5	186.4	262.2	28.5	233.7	173.1	36.0	137.1
7	2024	2896.4	1597.3	1299.1	1808.9	1384.2	424.7	402.9	87.8	315.1	247.8	60.7	187.1	263.1	28.6	234.5	173.7	36.1	137.6
8	2025	2907.1	1603.2	1303.9	1815.6	1389.4	426.2	404.4	88.1	316.3	248.7	60.9	187.8	264.1	28.7	235.4	174.3	36.2	138.1
9	2026	2914.7	1607.4	1307.3	1820.3	1393.0	427.3	405.4	88.3	317.1	249.4	61.1	188.3	264.8	28.8	236.0	174.8	36.3	138.5
10	2027	2922.3	1611.5	1310.8	1825.0	1396.6	428.4	406.5	88.6	317.9	250.0	61.2	188.8	265.5	28.9	236.6	175.2	36.4	138.8
11	2028	2930.0	1615.8	1314.2	1829.9	1400.3	429.6	407.6	88.8	318.8	250.7	61.4	189.3	266.2	28.9	237.3	175.7	36.5	139.2
12	2029	2937.6	1620.0	1317.6	1834.6	1403.9	430.7	408.6	89.0	319.6	251.3	61.5	189.8	266.9	29.0	237.9	176.2	36.6	139.6
13	2030	2945.3	1624.2	1321.1	1839.4	1407.6	431.8	409.7	89.3	320.4	252.0	61.7	190.3	267.6	29.1	238.5	176.6	36.7	139.9
14	2031	2949.9	1626.8	1323.1	1842.3	1409.8	432.5	410.3	89.4	320.9	252.4	61.8	190.6	268.0	29.1	238.9	176.9	36.8	140.1
15	2032	2954.5	1629.3	1325.2	1845.2	1412.0	433.2	411.0	89.6	321.4	252.8	61.9	190.9	268.4	29.2	239.2	177.2	36.8	140.4
16	2033	2959.1	1631.8	1327.3	1848.0	1414.2	433.8	411.6	89.7	321.9	253.2	62.0	191.2	268.8	29.2	239.6	177.5	36.9	140.6
17	2034	2963.8	1634.4	1329.4	1851.0	1416.5	434.5	412.3	89.8	322.5	253.6	62.1	191.5	269.2	29.3	239.9	177.7	36.9	140.8
18	2035	2968.4	1637.0	1331.4	1853.8	1418.6	435.2	412.9	90.0	322.9	254.0	62.2	191.8	269.7	29.3	240.4	178.0	37.0	141.0
19	2036	2970.8	1638.3	1332.5	1855.3	1419.8	435.5	413.2	90.0	323.2	254.2	62.2	192.0	269.9	29.3	240.6	178.2	37.0	141.2
20	2037	2973.1	1639.6	1333.5	1856.8	1420.9	435.9	413.6	90.1	323.5	254.4	62.3	192.1	270.1	29.4	240.7	178.3	37.1	141.2

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9-10 - Carga de Sólidos Suspensos municipal e por distrito (kg/dia).

Ano	Município			Sede			Pequiá			NS das Graças			Santíssima Trindade			SJ do Príncipe			
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	
0	2017	1689.5	931.7	757.8	1055.1	807.4	247.7	235.0	51.2	183.8	144.5	35.4	109.1	153.5	16.7	136.8	101.3	21.1	80.3
1	2018	1697.2	935.9	761.2	1059.9	811.1	248.8	236.1	51.4	184.7	145.2	35.6	109.6	154.2	16.7	137.5	101.8	21.2	80.6
2	2019	1704.8	940.1	764.6	1064.7	814.7	250.0	237.1	51.7	185.5	145.9	35.7	110.2	154.9	16.9	138.0	102.2	21.2	81.0
3	2020	1712.5	944.4	768.1	1069.5	818.4	251.1	238.2	51.9	186.3	146.5	35.9	110.6	155.6	16.9	138.7	102.7	21.4	81.4
4	2021	1718.8	947.9	770.9	1073.5	821.5	252.0	239.1	52.1	187.0	147.1	36.0	111.1	156.1	17.0	139.1	103.1	21.4	81.7
5	2022	1725.1	951.4	773.8	1077.4	824.5	252.9	239.9	52.3	187.7	147.6	36.1	111.5	156.7	17.0	139.7	103.4	21.5	82.0
6	2023	1731.5	954.8	776.6	1081.4	827.5	253.9	240.8	52.5	188.3	148.1	36.3	111.8	157.3	17.1	140.2	103.9	21.6	82.3
7	2024	1737.8	958.4	779.5	1085.3	830.5	254.8	241.7	52.7	189.1	148.7	36.4	112.3	157.9	17.2	140.7	104.2	21.7	82.6
8	2025	1744.3	961.9	782.3	1089.4	833.6	255.7	242.6	52.9	189.8	149.2	36.5	112.7	158.5	17.2	141.2	104.6	21.7	82.9
9	2026	1748.8	964.4	784.4	1092.2	835.8	256.4	243.2	53.0	190.3	149.6	36.7	113.0	158.9	17.3	141.6	104.9	21.8	83.1
10	2027	1753.4	966.9	786.5	1095.0	838.0	257.0	243.9	53.2	190.7	150.0	36.7	113.3	159.3	17.3	142.0	105.1	21.8	83.3
11	2028	1758.0	969.5	788.5	1097.9	840.2	257.8	244.6	53.3	191.3	150.4	36.8	113.6	159.7	17.3	142.4	105.4	21.9	83.5
12	2029	1762.6	972.0	790.6	1100.8	842.3	258.4	245.2	53.4	191.8	150.8	36.9	113.9	160.1	17.4	142.7	105.7	22.0	83.8
13	2030	1767.2	974.5	792.7	1103.6	844.6	259.1	245.8	53.6	192.2	151.2	37.0	114.2	160.6	17.5	143.1	106.0	22.0	83.9
14	2031	1769.9	976.1	793.9	1105.4	845.9	259.5	246.2	53.6	192.5	151.4	37.1	114.4	160.8	17.5	143.3	106.1	22.1	84.1
15	2032	1772.7	977.6	795.1	1107.1	847.2	259.9	246.6	53.8	192.8	151.7	37.1	114.5	161.0	17.5	143.5	106.3	22.1	84.2
16	2033	1775.5	979.1	796.4	1108.8	848.5	260.3	247.0	53.8	193.1	151.9	37.2	114.7	161.3	17.5	143.8	106.5	22.1	84.4
17	2034	1778.3	980.6	797.6	1110.6	849.9	260.7	247.4	53.9	193.5	152.2	37.3	114.9	161.5	17.6	143.9	106.6	22.1	84.5
18	2035	1781.0	982.2	798.8	1112.3	851.2	261.1	247.7	54.0	193.7	152.4	37.3	115.1	161.8	17.6	144.2	106.8	22.2	84.6
19	2036	1782.5	983.0	799.5	1113.2	851.9	261.3	247.9	54.0	193.9	152.5	37.3	115.2	161.9	17.6	144.4	106.9	22.2	84.7
20	2037	1783.9	983.8	800.1	1114.1	852.5	261.5	248.2	54.1	194.1	152.6	37.4	115.3	162.1	17.6	144.4	107.0	22.3	84.7

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9-11 - Carga de Nitrogênio Total municipal e por distrito (kg/dia).

Ano	Município			Sede			Pequiá			NS das Graças			Santíssima Trindade			SJ do Príncipe			
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	
0	2017	225.3	124.2	101.0	140.7	107.7	33.0	31.3	6.8	24.5	19.3	4.7	14.6	20.5	2.2	18.2	13.5	2.8	10.7
1	2018	226.3	124.8	101.5	141.3	108.1	33.2	31.5	6.9	24.6	19.4	4.7	14.6	20.6	2.2	18.3	13.6	2.8	10.7
2	2019	227.3	125.4	102.0	142.0	108.6	33.3	31.6	6.9	24.7	19.4	4.8	14.7	20.6	2.2	18.4	13.6	2.8	10.8
3	2020	228.3	125.9	102.4	142.6	109.1	33.5	31.8	6.9	24.8	19.5	4.8	14.8	20.7	2.3	18.5	13.7	2.8	10.8
4	2021	229.2	126.4	102.8	143.1	109.5	33.6	31.9	6.9	24.9	19.6	4.8	14.8	20.8	2.3	18.6	13.7	2.9	10.9
5	2022	230.0	126.8	103.2	143.6	109.9	33.7	32.0	7.0	25.0	19.7	4.8	14.9	20.9	2.3	18.6	13.8	2.9	10.9
6	2023	230.9	127.3	103.6	144.2	110.3	33.8	32.1	7.0	25.1	19.8	4.8	14.9	21.0	2.3	18.7	13.8	2.9	11.0
7	2024	231.7	127.8	103.9	144.7	110.7	34.0	32.2	7.0	25.2	19.8	4.9	15.0	21.0	2.3	18.8	13.9	2.9	11.0
8	2025	232.6	128.3	104.3	145.2	111.2	34.1	32.4	7.0	25.3	19.9	4.9	15.0	21.1	2.3	18.8	13.9	2.9	11.0
9	2026	233.2	128.6	104.6	145.6	111.4	34.2	32.4	7.1	25.4	20.0	4.9	15.1	21.2	2.3	18.9	14.0	2.9	11.1
10	2027	233.8	128.9	104.9	146.0	111.7	34.3	32.5	7.1	25.4	20.0	4.9	15.1	21.2	2.3	18.9	14.0	2.9	11.1
11	2028	234.4	129.3	105.1	146.4	112.0	34.4	32.6	7.1	25.5	20.1	4.9	15.1	21.3	2.3	19.0	14.1	2.9	11.1
12	2029	235.0	129.6	105.4	146.8	112.3	34.5	32.7	7.1	25.6	20.1	4.9	15.2	21.4	2.3	19.0	14.1	2.9	11.2
13	2030	235.6	129.9	105.7	147.2	112.6	34.5	32.8	7.1	25.6	20.2	4.9	15.2	21.4	2.3	19.1	14.1	2.9	11.2
14	2031	236.0	130.1	105.8	147.4	112.8	34.6	32.8	7.2	25.7	20.2	4.9	15.2	21.4	2.3	19.1	14.2	2.9	11.2
15	2032	236.4	130.3	106.0	147.6	113.0	34.7	32.9	7.2	25.7	20.2	5.0	15.3	21.5	2.3	19.1	14.2	2.9	11.2
16	2033	236.7	130.5	106.2	147.8	113.1	34.7	32.9	7.2	25.8	20.3	5.0	15.3	21.5	2.3	19.2	14.2	3.0	11.2
17	2034	237.1	130.8	106.4	148.1	113.3	34.8	33.0	7.2	25.8	20.3	5.0	15.3	21.5	2.3	19.2	14.2	3.0	11.3
18	2035	237.5	131.0	106.5	148.3	113.5	34.8	33.0	7.2	25.8	20.3	5.0	15.3	21.6	2.3	19.2	14.2	3.0	11.3
19	2036	237.7	131.1	106.6	148.4	113.6	34.8	33.1	7.2	25.9	20.3	5.0	15.4	21.6	2.3	19.2	14.3	3.0	11.3
20	2037	237.8	131.2	106.7	148.5	113.7	34.9	33.1	7.2	25.9	20.4	5.0	15.4	21.6	2.4	19.3	14.3	3.0	11.3

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9-12 - Carga de Fósforo Total municipal e por distrito (kg/dia).

Ano	Município			Sede			Pequiá			NS das Graças			Santíssima Trindade			SJ do Príncipe			
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	
0	2017	70.4	38.8	31.6	44.0	33.6	10.3	9.8	2.1	7.7	6.0	1.5	4.5	6.4	0.7	5.7	4.2	0.9	3.3
1	2018	70.7	39.0	31.7	44.2	33.8	10.4	9.8	2.1	7.7	6.1	1.5	4.6	6.4	0.7	5.7	4.2	0.9	3.4
2	2019	71.0	39.2	31.9	44.4	33.9	10.4	9.9	2.2	7.7	6.1	1.5	4.6	6.5	0.7	5.8	4.3	0.9	3.4
3	2020	71.4	39.4	32.0	44.6	34.1	10.5	9.9	2.2	7.8	6.1	1.5	4.6	6.5	0.7	5.8	4.3	0.9	3.4
4	2021	71.6	39.5	32.1	44.7	34.2	10.5	10.0	2.2	7.8	6.1	1.5	4.6	6.5	0.7	5.8	4.3	0.9	3.4
5	2022	71.9	39.6	32.2	44.9	34.4	10.5	10.0	2.2	7.8	6.2	1.5	4.6	6.5	0.7	5.8	4.3	0.9	3.4
6	2023	72.1	39.8	32.4	45.1	34.5	10.6	10.0	2.2	7.8	6.2	1.5	4.7	6.6	0.7	5.8	4.3	0.9	3.4
7	2024	72.4	39.9	32.5	45.2	34.6	10.6	10.1	2.2	7.9	6.2	1.5	4.7	6.6	0.7	5.9	4.3	0.9	3.4
8	2025	72.7	40.1	32.6	45.4	34.7	10.7	10.1	2.2	7.9	6.2	1.5	4.7	6.6	0.7	5.9	4.4	0.9	3.5
9	2026	72.9	40.2	32.7	45.5	34.8	10.7	10.1	2.2	7.9	6.2	1.5	4.7	6.6	0.7	5.9	4.4	0.9	3.5
10	2027	73.1	40.3	32.8	45.6	34.9	10.7	10.2	2.2	7.9	6.3	1.5	4.7	6.6	0.7	5.9	4.4	0.9	3.5
11	2028	73.3	40.4	32.9	45.7	35.0	10.7	10.2	2.2	8.0	6.3	1.5	4.7	6.7	0.7	5.9	4.4	0.9	3.5
12	2029	73.4	40.5	32.9	45.9	35.1	10.8	10.2	2.2	8.0	6.3	1.5	4.7	6.7	0.7	5.9	4.4	0.9	3.5
13	2030	73.6	40.6	33.0	46.0	35.2	10.8	10.2	2.2	8.0	6.3	1.5	4.8	6.7	0.7	6.0	4.4	0.9	3.5
14	2031	73.7	40.7	33.1	46.1	35.2	10.8	10.3	2.2	8.0	6.3	1.5	4.8	6.7	0.7	6.0	4.4	0.9	3.5
15	2032	73.9	40.7	33.1	46.1	35.3	10.8	10.3	2.2	8.0	6.3	1.5	4.8	6.7	0.7	6.0	4.4	0.9	3.5
16	2033	74.0	40.8	33.2	46.2	35.4	10.8	10.3	2.2	8.0	6.3	1.6	4.8	6.7	0.7	6.0	4.4	0.9	3.5
17	2034	74.1	40.9	33.2	46.3	35.4	10.9	10.3	2.2	8.1	6.3	1.6	4.8	6.7	0.7	6.0	4.4	0.9	3.5
18	2035	74.2	40.9	33.3	46.3	35.5	10.9	10.3	2.3	8.1	6.4	1.6	4.8	6.7	0.7	6.0	4.5	0.9	3.5
19	2036	74.3	41.0	33.3	46.4	35.5	10.9	10.3	2.3	8.1	6.4	1.6	4.8	6.7	0.7	6.0	4.5	0.9	3.5
20	2037	74.3	41.0	33.3	46.4	35.5	10.9	10.3	2.3	8.1	6.4	1.6	4.8	6.8	0.7	6.0	4.5	0.9	3.5

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9-13 - Carga de Coliformes Totais municipal e por distrito (NMP/dia).

Ano	Município			Sede			Pequiá			NS das Graças			Santíssima Trindade			SJ do Príncipe			
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	
0	2017	3E+11	2E+11	1E+11	2E+11	1E+11	4E+10	4E+10	9E+09	3E+10	2E+10	6E+09	2E+10	3E+10	3E+09	2E+10	2E+10	4E+09	1E+10
1	2018	3E+11	2E+11	1E+11	2E+11	1E+11	4E+10	4E+10	9E+09	3E+10	2E+10	6E+09	2E+10	3E+10	3E+09	2E+10	2E+10	4E+09	1E+10
2	2019	3E+11	2E+11	1E+11	2E+11	1E+11	4E+10	4E+10	9E+09	3E+10	2E+10	6E+09	2E+10	3E+10	3E+09	2E+10	2E+10	4E+09	1E+10
3	2020	3E+11	2E+11	1E+11	2E+11	1E+11	4E+10	4E+10	9E+09	3E+10	2E+10	6E+09	2E+10	3E+10	3E+09	2E+10	2E+10	4E+09	1E+10
4	2021	3E+11	2E+11	1E+11	2E+11	1E+11	4E+10	4E+10	9E+09	3E+10	2E+10	6E+09	2E+10	3E+10	3E+09	2E+10	2E+10	4E+09	1E+10
5	2022	3E+11	2E+11	1E+11	2E+11	1E+11	4E+10	4E+10	9E+09	3E+10	2E+10	6E+09	2E+10	3E+10	3E+09	2E+10	2E+10	4E+09	1E+10
6	2023	3E+11	2E+11	1E+11	2E+11	1E+11	4E+10	4E+10	9E+09	3E+10	2E+10	6E+09	2E+10	3E+10	3E+09	2E+10	2E+10	4E+09	1E+10
7	2024	3E+11	2E+11	1E+11	2E+11	1E+11	4E+10	4E+10	9E+09	3E+10	2E+10	6E+09	2E+10	3E+10	3E+09	2E+10	2E+10	4E+09	1E+10
8	2025	3E+11	2E+11	1E+11	2E+11	1E+11	4E+10	4E+10	9E+09	3E+10	2E+10	6E+09	2E+10	3E+10	3E+09	2E+10	2E+10	4E+09	1E+10
9	2026	3E+11	2E+11	1E+11	2E+11	1E+11	4E+10	4E+10	9E+09	3E+10	2E+10	6E+09	2E+10	3E+10	3E+09	2E+10	2E+10	4E+09	1E+10
10	2027	3E+11	2E+11	1E+11	2E+11	1E+11	4E+10	4E+10	9E+09	3E+10	3E+10	6E+09	2E+10	3E+10	3E+09	2E+10	2E+10	4E+09	1E+10
11	2028	3E+11	2E+11	1E+11	2E+11	1E+11	4E+10	4E+10	9E+09	3E+10	3E+10	6E+09	2E+10	3E+10	3E+09	2E+10	2E+10	4E+09	1E+10
12	2029	3E+11	2E+11	1E+11	2E+11	1E+11	4E+10	4E+10	9E+09	3E+10	3E+10	6E+09	2E+10	3E+10	3E+09	2E+10	2E+10	4E+09	1E+10
13	2030	3E+11	2E+11	1E+11	2E+11	1E+11	4E+10	4E+10	9E+09	3E+10	3E+10	6E+09	2E+10	3E+10	3E+09	2E+10	2E+10	4E+09	1E+10
14	2031	3E+11	2E+11	1E+11	2E+11	1E+11	4E+10	4E+10	9E+09	3E+10	3E+10	6E+09	2E+10	3E+10	3E+09	2E+10	2E+10	4E+09	1E+10
15	2032	3E+11	2E+11	1E+11	2E+11	1E+11	4E+10	4E+10	9E+09	3E+10	3E+10	6E+09	2E+10	3E+10	3E+09	2E+10	2E+10	4E+09	1E+10
16	2033	3E+11	2E+11	1E+11	2E+11	1E+11	4E+10	4E+10	9E+09	3E+10	3E+10	6E+09	2E+10	3E+10	3E+09	2E+10	2E+10	4E+09	1E+10
17	2034	3E+11	2E+11	1E+11	2E+11	1E+11	4E+10	4E+10	9E+09	3E+10	3E+10	6E+09	2E+10	3E+10	3E+09	2E+10	2E+10	4E+09	1E+10
18	2035	3E+11	2E+11	1E+11	2E+11	1E+11	4E+10	4E+10	9E+09	3E+10	3E+10	6E+09	2E+10	3E+10	3E+09	2E+10	2E+10	4E+09	1E+10
19	2036	3E+11	2E+11	1E+11	2E+11	1E+11	4E+10	4E+10	9E+09	3E+10	3E+10	6E+09	2E+10	3E+10	3E+09	2E+10	2E+10	4E+09	1E+10
20	2037	3E+11	2E+11	1E+11	2E+11	1E+11	4E+10	4E+10	9E+09	3E+10	3E+10	6E+09	2E+10	3E+10	3E+09	2E+10	2E+10	4E+09	1E+10

Fonte: Autoria própria.

(b) Com tratamento

Antes de se iniciar a concepção e o dimensionamento do sistema de tratamento, deve-se definir com clareza qual o objetivo do tratamento dos esgotos, a que nível de tratamento serão submetidos e quais as considerações dos estudos de impactos ambientais no corpo receptor.

A remoção de poluentes no tratamento, 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 de tratamento.

O tratamento preliminar tem por objetivo apenas a remoção dos sólidos grosseiros, enquanto o tratamento primário visa a remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. Em ambos predominam os mecanismos de remoção de poluentes. No tratamento secundário, no qual predominam mecanismos biológicos, o objetivo é principalmente a remoção de matéria orgânica e eventualmente nutrientes (nitrogênio e fósforo). O tratamento terciário objetiva a remoção de poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis) ou ainda, a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário. O tratamento terciário é ainda pouco utilizado no Brasil (VON SPERLING, 1996).

O grau, porcentagem ou eficiência de remoção de determinado poluente no tratamento ou em alguma etapa do mesmo é dado pela expressão:

$$E = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100$$

onde:

E = eficiência de remoção (%)

C₀ = concentração inicial do poluente (mg/l)

C_e = concentração efluente do poluente (mg/l)

O Quadro 9-24, apresentado abaixo, mostra as principais características das etapas de tratamento de esgotos domésticos, com estimativas de eficiência para alguns grupos de poluentes.

Quadro 9-18 – Características dos principais níveis de tratamento dos esgotos.

Item	Nível de Tratamento			
	Preliminar	Primário	Secundário	Terciário
Poluentes removidos	Sólidos grosseiros	Sólidos sedimentáveis; DBO em suspensão	Sólidos não sedimentáveis; DBO em suspensão fina; DBO solúvel; Nutrientes (parcialmente); Patógenos (parcialmente)	Sólidos inorgânicos dissolvidos; DBO em suspensão; Compostos não biodegradáveis; Nutrientes; Patógenos; Metais pesados;
Eficiências de remoção	DBO: 5-10% SS: 5-20% Coliformes: 10-20%	DBO: 30-40% SS: 40-70% Coliformes: 30-70%	DBO: 60-95% SS: 65-95% Coliformes: 70-99% Nutrientes: 10-50%	DBO: 40-99% SS: 80-99% Coliformes: 99,999% Nutrientes: 99%
Mecanismo de tratamento predominante	Físico	Físico	Biológico	Físico Químico Biológico
Cumprir padrão de lançamento?	Não	Não	Usualmente sim	Sim
Aplicação	Montante de elevatória; Etapa inicial do tratamento	Tratamento parcial; Etapa intermediária do tratamento mais completo	Tratamento mais completo para matéria orgânica e sólidos em suspensão (para nutrientes e coliformes requer adaptações ou inclusão de etapas específicas)	Tratamento para remoção de nutrientes e coliformes

Fonte: VON SPERLING (1996).

Uma análise comparativa entre os principais sistemas de tratamento de esgotos aplicados a esgotos domésticos no Brasil será apresentada, resumida nos Quadros 9-25 a 9-27.

Posteriormente, são apresentados quatro exemplos de sistemas de tratamento de esgotos de amplo emprego no país, sendo alternativas que privilegiam a simplicidade, menores custos e maior sustentabilidade. Evidentemente, não seria possível abordar todas as tecnologias atualmente disponíveis e praticadas no Brasil e suas diversas combinações. Entretanto, os quatro exemplos de sistemas que serão apresentados servem de ponto de partida para o tomador de decisão.

Quadro 9-19 - Concentrações médias efluentes e eficiências típicas de remoção dos principais poluentes de interesse nos esgotos domésticos.

Sistemas de tratamento	Qualidade média do efluente							Eficiência média de remoção (%)					
	DBO ₅ (mg/l)	DQO (mg/l)	SS (mg/l)	N total (mg/l)	P total (mg/l)	Colif.Term. (NMP/100ml)	Ovos Helm. (ovo/l)	DBO	DQO	SS	N total	P total	Colif. Term. (unid. log)
Tratamento preliminar	200-500	400-800	200-450	35-70	5-25	10 ⁶ - 10 ⁸	-	0-5	-	-	~0	~0	~0
Tratamento primário	120-325	-	-	26-63	4-22	10 ⁶ - 10 ⁷	-	35-40	-	-	10-25	10-20	30-40%
Lagoa facultativa	50-80	120-200	60-90	> 20	> 4	10 ⁶ - 10 ⁷	< 1	70-85	65-80	70-80	< 60	< 35	1-2
Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa	50-80	120-200	60-90	> 20	> 4	10 ⁶ - 10 ⁷	< 1	70-90	65-80	70-80	< 60	< 35	1-2
Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa + lagoa maturação	40-70	100-180	50-80	15-20	< 4	10 ² - 10 ⁴	< 1	80-85	70-83	73-83	50-65	> 50	3-5
Lagoa aerada facultativa	50-80	120-200	60-90	> 30	> 4	10 ⁶ - 10 ⁷	> 1	70-90	65-80	70-80	< 30	< 30	1-2
Lagoa aerada de mistura completa + lagoa decantação	50-80	120-200	40-60	> 30	> 4	10 ⁶ - 10 ⁷	> 1	70-90	65-80	80-87	< 30	< 35	1-2
Escoamento superficial	30-70	100-150	20-60	> 15	> 4	10 ⁴ - 10 ⁶	< 1	80-90	75-85	80-93	< 65	< 35	2-3
Infiltração subsuperficial (Wetland)	30-70	100-150	20-40	> 20	> 4	10 ⁴ - 10 ⁵	< 1	80-90	75-85	87-93	< 60	< 35	3-4
Fossa séptica – filtro anaeróbio	40-80	100-200	30-60	> 20	> 4	10 ⁶ - 10 ⁷	> 1	80-85	70-80	80-90	< 60	< 35	1-2
Reator anaeróbio de manta de lodo (UASB)	70-100	180-270	60-100	> 20	> 4	10 ⁶ - 10 ⁷	> 1	60-75	55-70	65-80	< 60	< 35	~1
UASB + lodos ativados	20-50	60-150	20-40	> 20	> 4	10 ⁶ - 10 ⁷	> 1	83-93	75-88	87-93	< 60	< 35	1-2
UASB + biofiltro aerado submerso	20-50	60-150	20-40	> 20	> 4	10 ⁶ - 10 ⁷	> 1	83-93	75-88	87-93	< 60	< 35	1-2
UASB + filtro anaeróbio	40-80	100-200	30-60	> 20	> 4	10 ⁶ - 10 ⁷	> 1	75-87	70-80	80-90	< 60	< 35	1-2
UASB + flotação por ar dissolvido	20-50	60-100	10-30	> 30	> 4	10 ⁶ - 10 ⁷	> 1	83-93	83-90	90-97	< 30	75-88	1-2
UASB + lagoa aerada facultativa	50-80	120-200	60-90	> 30	> 4	10 ⁶ - 10 ⁷	> 1	75-85	65-80	70-80	< 30	< 35	1-2
UASB + lagoa polimento	40-70	100-180	50-80	15-20	< 4	10 ² - 10 ⁴	< 1	77-87	70-83	73-83	50-65	> 50	3-5
UASB + escoamento superficial	30-70	90-180	20-60	> 15	> 4	10 ⁴ - 10 ⁶	< 1	77-90	70-85	80-93	< 65	< 35	2-3
Lodos ativados convencional	15-40	45-120	20-40	> 20	> 4	10 ⁶ - 10 ⁷	> 1	85-93	80-90	87-93	< 60	< 35	1-2
Lodos ativados aeração prolongada	10-35	30-100	20-40	> 20	> 4	10 ⁶ - 10 ⁷	> 1	90-97	85-93	87-93	< 60	< 35	1-2
Lodos ativados convencional + remoção biológica N/P	15-40	45-120	20-40	< 10	1-2	10 ⁶ - 10 ⁷	> 1	85-93	80-90	87-93	> 75	75-88	1-2
Biofiltro aerado submerso + nitrificação	15-35	30-100	20-40	> 20	> 4	10 ⁶ - 10 ⁷	> 1	88-95	83-90	87-93	< 60	< 35	1-2

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2005), PROSAB 4 (2006).

Quadro 9-20 - Características típicas dos principais sistemas de tratamento de esgoto, expressos em valor per capita.

Sistemas de tratamento	Demanda Área (m²/hab)	Potência aeração		Volume de lodo		Custos	
		Instalada (W/hab)	Consumida (kWh/hab.ano)	Lodo líquido a ser tratado (L/hab.ano)	Lodo desidratado a ser disposto (L/hab.ano)	Implantação (R\$/hab)*	Operação + Manutenção (R\$/hab.ano)*
Tratamento preliminar	0,03-0,05	0	0	110-360	15-35	70-115	3,5-6,0
Tratamento primário	0,02-0,04	0	0	330-730	15-40	70-115	3,5-6,0
Lagoa facultativa	2,0-4,0	1,2-2,0	11-18	35-90	15-30	90-185	4,5-9,0
Lagoa anaeróbia + facultativa	1,5-3,0	0	0	55-160	20-60	70-175	4,5-9,0
Lagoa anaeróbia + facultativa + lagoa maturação	3,0-5,0	0	0	55-160	20-60	115-230	6,0-11,5
Lagoa aerada facultativa	0,25-0,5	0	0	30-220	7-30	115-210	11,5-21,0
Lagoa aerada de mistura completa + lag. decantação	0,2-0,4	1,8-2,5	16-22	55-360	10-35	115-210	11,5-21,0
Escoamento superficial	2,0-3,5	0	0	-	-	90-185	4,5-9,0
Infiltração subsuperficial	3,0-5,0	0	0	-	-	115-185	6,0-9,0
Fossa séptica – filtro anaeróbio	0,2-0,35	0	0	180-1000	25-50	185-300	14,0-23,0
Reator anaeróbio UASB	0,03-0,1	0	0	70-220	10-35	70-115	6,0-8,0
UASB + lodos ativados	0,08-0,2	1,8-3,5	14-20	180-400	15-60	160-250	16,0-28,0
UASB + biofiltro aer. submerso	0,05-0,15	1,8-3,5	14-20	180-400	15-55	150-230	16,0-28,0
UASB + filtro anaeróbio	0,05-0,15	0	0	150-300	10-50	105-160	8,0-13,0
UASB + flotação ar dissolvido	0,05-0,15	1,0-1,5	8-12	300-470	25-75	140-200	14,0-21,0
UASB + lag. aerada facultativa	0,15-0,3	0,3-0,6	2-5	150-300	15-50	90-210	11,5-21,0
UASB + lagoa polimento	1,5-2,5	0	0	150-250	10-35	90-160	10,5-16,0
UASB + escoamento superficial	1,5-3,0	0	0	70-220	10-35	115-210	11,5-16,0
Lodos ativados convencional	0,12-0,25	2,5-4,5	18-26	1100-3000	35-90	230-370	23,0-46,0
Lodos ativados aeração prolongada	0,12-0,25	3,5-5,5	20-35	1200-2000	40-105	210-280	23,0-46,0
Lodos ativados convencional + remoção biológica N/P	0,12-0,25	2,2-4,2	15-22	1100-3000	35-90	300-440	35,0-58,0
Biofiltro aerado submerso + nitrificação	0,1-0,15	2,5-4,5	18-26	1100-3000	35-90	160-280	18,5-35,0

* Custos atualizados pelo INCC do 2º semestre de 2004 a 1º abril de 2017. Fator de multiplicação igual a 2,28 (aumento de 128% no período).

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2005) e PROSAB 4 (2006).

Quadro 9-21 - Avaliação relativa dos principais sistemas de tratamento de esgotos domésticos (fase líquida).

Sistemas de tratamento	Economia					Técnica		Independência de outros fatores		Menor possibilidade de problemas			
	Requisitos		Custos		Geração	Confiabilidade	Simplicidade Oper.+Manut.	Clima	Solo	Maus Odores	Ruídos	Aerossóis	Insetos e Vermes
	Área	Energia	Implant.	Oper.+ Manut.	Subprod.								
Tratamento preliminar	5	5	5	4	5	5	3	5	5	1	4	5	2
Tratamento primário	5	4	4	3	3	4	3	4	5	2	4	5	2
Lagoa facultativa	1	5	3	5	5	4	5	2	3	3	5	5	1
Lagoa anaeróbia + facultativa	2	5	4	5	4	4	5	2	3	1	5	5	1
Lagoa anaeróbia + facultativa + lagoa maturação	1	5	3	5	4	4	4	2	3	1	5	5	1
Lagoa aerada facultativa	3	3	3	4	5	4	4	3	3	4	1	1	3
Lagoa aerada de mistura completa + lag. decantação	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	1	1	1
Escoamento superficial	2	5	4	5	5	4	5	4	2	1	5	1/5	1
Infiltração subsuperficial	2	5	4	5	5	4	4	4	1	4	5	5	4
Fossa séptica – filtro anaeróbio	3	5	3	5	4	3	4	2	4	2	-	-	4
Reator anaeróbio UASB	5	5	5	5	4	3	4	2	4	2	-	-	4
UASB + lodos ativados	5	1/2	1/2	1/2	1/2	4/5	1/3	3/5	5	3/5	1	1/5	4
UASB + biofiltro aer. submerso	5	2	3/4	3/4	3	3/4	3	2	5	4	4	4	1/3
UASB + filtro anaeróbio	5	5	4	5	4	3	4	2	4	2	4	-	4
UASB + flotação ar dissolvido	5	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
UASB + lag. aerada facultativa	3	4	3	4	4	3	4	3	3	4	1	1	3
UASB + lagoa polimento	2	5	4	4	4	3	4	2	3	2	1	1	3
UASB + escoamento superficial	2	5	3	4	4	4	5	3	3	2	4	4	2
Lodos ativados convencional	4	2	1	2	1	4	1	3	5	4	1	1/5	4
Lodos ativados aeração prolongada	4	1	2	1	2	4	2	4	5	5	1	1/5	4
Lodos ativados convencional + remoção biológica N/P	4	2	1	2	1	4	1	3	5	4	1	1/5	4
Biofiltro aerado submerso + nitrificação	5	2	2	3	1	4	2	4	5	5	2	5	4

Legenda: 1: menos favorável; 5: mais favorável; 2,3,4: intermediários, em classificação crescente; 0: efeito nulo; 1/5: variação com o tipo de processo, equipamento, modalidade ou projeto.

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2005) e PROSAB 4 (2006).

Quadro 9-22 - Avaliação relativa dos sistemas de tratamento de lodo (fase sólida).

Operação / Processo	Unidade	Eficiência na redução		Economia		Custos		Confiabilidade	Simplicidade Oper. & Manut.	Independência Clima	Menor Possibilidade Maus Odores
		Volume Lodo	Mat. Orgânica Lodo	Área	Energia	Implant.	Oper. & Manut.				
Adensamento	Gravidade	2	0	3	4	5	4	4	4	3	2
	Flotação	2	0	3	3	3	2	4	2	5	5
	Mecanizado	3	0	4	2	3	2	4	3	5	5
Estabilização	Aeróbia	1	4	2		3	2	4	3	3	5
	Anaeróbia	1	4	2	4	2	4	4	2	2	3
Desidratação	Leitos de secagem	5	0	1	4	3	3	3	2	1	2
	Lagoas de lodo	3	0	1	5	4	4	2	4	2	1
	Mecanizada	4-5	0	4	3	2	2	4	3	5	5

Legenda: 1: menos favorável; 5: mais favorável; 2,3,4: intermediários, em classificação crescente; 0: efeito nulo; 1/5: variação com o tipo de processo, equipamento, modalidade ou projeto.

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2005) e PROSAB 4 (2006).

As tecnologias de tratamento a seguir são apenas exemplos que poderiam ser aplicadas no município diante das diversas possibilidades de tratamento existentes atualmente. Logicamente, é necessário um estudo de concepção do sistema completo para avaliar a viabilidade técnica e econômica em cada sistema de tratamento.

a) Sistema de Lagoa Anaeróbia e Lagoa Facultativa

O processo de lagoas facultativas, apesar de possuir uma eficiência satisfatória, requer uma grande área, muitas vezes não disponível na localidade em questão. Há, portanto, a necessidade de se buscar soluções que possam implicar na redução da área total requerida. Uma destas soluções é o sistema de lagoas anaeróbias seguidas por lagoas facultativas.

O esgoto bruto entra numa lagoa de menores dimensões e mais profunda. Devido às menores dimensões dessa lagoa, a fotossíntese praticamente não ocorre. No balanço entre o consumo e a produção de oxigênio, o consumo é amplamente superior. Predominam, portanto, condições anaeróbias nessa primeira lagoa denominada, em decorrência, lagoa anaeróbia.

As bactérias anaeróbias têm uma taxa metabólica e de reprodução mais lenta do que as bactérias aeróbias. Em assim sendo, para um período de permanência de apenas 3 a 5 dias na lagoa anaeróbia, a decomposição da matéria orgânica é apenas parcial. Mesmo assim, essa remoção da DBO, da ordem de 50 a 60%, apesar de insuficiente, representa uma grande contribuição, aliviando sobremaneira a carga para a lagoa facultativa, situada a jusante.

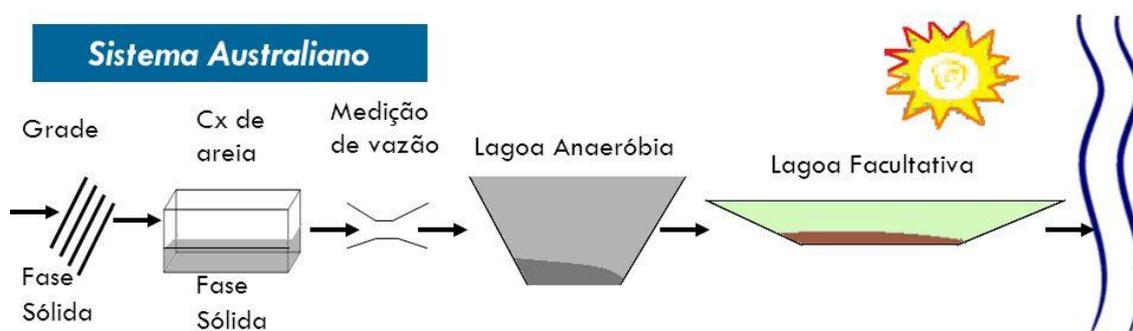
A lagoa facultativa recebe uma carga de apenas 40 a 50% da carga de esgoto bruto, podendo ter, portanto, dimensões bem menores. Neste processo, o esgoto afluente entra continuamente em uma extremidade da lagoa e sai continuamente na extremidade oposta. Ao longo deste percurso, que demora vários dias (usualmente superior a 20 dias), uma série de eventos contribui para a purificação dos esgotos. Parte da matéria orgânica em suspensão tende a sedimentar, vindo a constituir o lodo de fundo. Este lodo sofre processo de decomposição por microrganismos anaeróbios. A matéria orgânica dissolvida, conjuntamente com a matéria orgânica em suspensão de pequenas dimensões, não sedimenta,

permanecendo dispersa na massa líquida, onde sua decomposição se dá por bactérias facultativas, que têm a capacidade de sobreviver tanto na presença, quanto na ausência de oxigênio (VON SPERLING, 1996).

Este sistema também é conhecido por sistema australiano. O requisito de área é tal, que se obtém uma economia de área da ordem de 1/3, comparado a uma lagoa facultativa única.

A Figura 9-1 ilustra as etapas do sistema de lagoa anaeróbia e lagoa facultativa.

Figura 9-1 - Etapas de tratamento de esgotos pelo sistema de lagoa anaeróbia e lagoa facultativa (sistema australiano).



Fonte: Adaptado de VON SPERLING (1996).

O sistema tem uma eficiência ligeiramente superior à de uma lagoa facultativa única, é conceitualmente simples e fácil de operar. No entanto, a existência de uma etapa anaeróbia em uma unidade aberta é sempre uma causa de preocupação devido à possibilidade de liberação de maus odores. Caso o sistema esteja bem equilibrado, a geração de mau cheiro não deve ocorrer. No entanto, eventuais problemas operacionais podem conduzir à liberação de gás sulfídrico, responsável por odores fétidos. Por essa razão, o sistema australiano é normalmente localizado onde é possível haver um grande afastamento das residências.

b) Sistema de Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (UASB) e Biofiltro Aerado Submerso

Nos reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo, a biomassa cresce dispersa no meio e não aderida ao meio suporte especialmente incluído, como no caso dos filtros biológicos. A própria biomassa ao crescer pode formar pequenos grânulos correspondente a aglutinação de diversas bactérias. Esses pequenos grânulos, por sua vez, tendem a servir de meio suporte para outras bactérias. A granulação auxilia no aumento da eficiência do sistema mas não é fundamental para o funcionamento do reator (VON SPERLING, 1996).

A concentração de biomassa no reator é bastante elevada, justificando o volume bastante reduzido requerido para os reatores anaeróbios em comparação com os outros sistemas de tratamento. Como resultado da atividade anaeróbia, são formados gases (principalmente de metano e gás carbônico), as bolhas dos quais apresentam também uma tendência ascendente. De forma a reter a biomassa no sistema, impedindo que ela saia com o efluente, a parte superior do reator apresenta uma estrutura que possibilita as funções de separação e acúmulo de gás e de separação e retorno dos sólidos, o qual promove uma remoção média de matéria orgânica (DBO5) da ordem de 70%. O gás é coletado na parte superior, de onde pode ser retirado para aproveitamento energético do metano ou queima (VON SPERLING, 1996).

Os sólidos sedimentam na parte superior desta estrutura cônica ou piramidal, escorrendo pelas suas paredes, até retornarem ao corpo do reator. Pelo fato das bolhas não penetrarem na zona de sedimentação, a separação sólido líquido não é prejudicada. O efluente sai clarificado e a concentração de biomassa no reator é mantida elevada.

O risco da geração ou liberação de maus odores pode ser bastante minimizado através de um projeto bem elaborado tanto nos cálculos cinéticos quanto nos aspectos hidráulicos. A completa vedação do reator, incluindo a saída submersa do efluente, colabora sensivelmente para a diminuição destes riscos, bem como a operação adequada do reator.

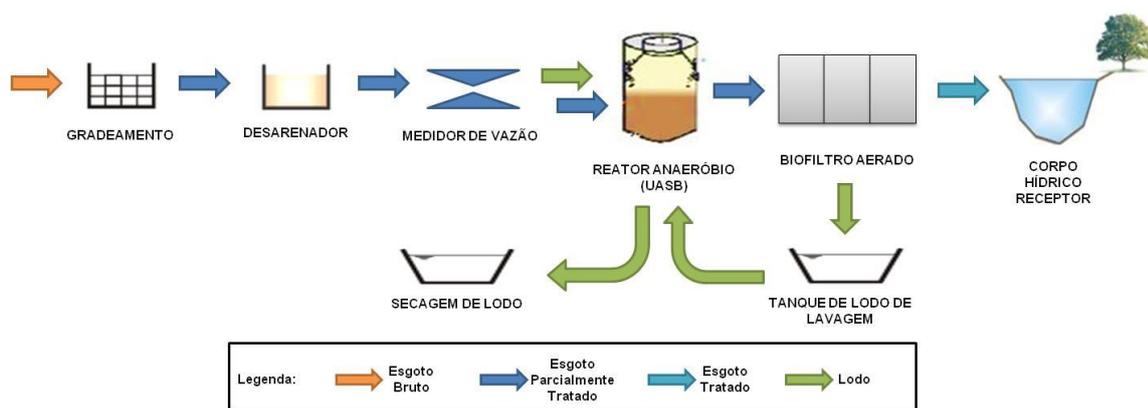
A principal função dos biofiltros aerados submersos é a remoção de compostos orgânicos e nitrogênio na forma solúvel, contribuindo para uma eficiência global

da remoção de DBO5 superior a 90%. O lodo de excesso produzido nos biofiltros é removido rotineiramente através de lavagens contracorrentes ao sentido do fluxo, sendo enviado para a elevatória de esgoto bruto na entrada da ETE, que o encaminhará por recalque ao reator UASB para estabilização, podendo ser simplesmente desidratado em leitos de secagem.

No Brasil, a maior aplicação dos biofiltros aerados submersos tem sido como pós tratamento de efluentes de reatores UASB. A grande economia de energia nos diversos biofiltros, advinda da maior eficiência de remoção de DBO (PROSAB 4, 2006).

A Figura 9-2 apresenta esquematicamente as etapas de tratamento do sistema com reator anaeróbico de fluxo ascendente e biofiltro aerado submerso.

Figura 9-2 - Etapas de tratamento de esgotos pelo sistema UASB + biofiltro aerado submerso.



Fonte: Adaptado de PROSAB 4 (2006).

c) Sistema de Lodos Ativados

O sistema de lodos ativados não exige grandes requisitos de áreas como por exemplo as lagoas. No entanto há um alto grau de mecanização e um elevado consumo de energia elétrica (VON SPERLING, 1996).

O processo de lodos ativados consiste em se provocar o desenvolvimento de uma cultura microbiológica na forma de flocos (lodos ativados) em um tanque de aeração, que é alimentada pelo efluente a tratar.

Neste tanque, onde ocorre a remoção da matéria orgânica, a aeração tem por finalidade proporcionar oxigênio aos microrganismos e evitar a deposição dos

flocos bacterianos e os misturar homogeneamente ao efluente. O oxigênio necessário ao crescimento biológico é introduzido através de um sistema de aeração mecânica, por ar comprimido, ou ainda pela introdução de oxigênio puro (VON SPERLING, 1996).

O efluente do tanque de aeração é enviado ao decantador secundário, cuja finalidade é separar a biomassa que consumiu a matéria orgânica do efluente, a qual sedimenta-se no fundo do decantador, permitindo que o sobrenadante seja descartado como efluente tratado, já com sua carga orgânica reduzida e isento de biomassa. O lodo, formado por bactérias ainda ávidas por matéria orgânica, é enviado novamente para o tanque de aeração (através da recirculação de lodo), a fim de manter a concentração de microrganismos dentro de uma certa proporção em relação à carga orgânica afluente.

O excesso de lodo, decorrente do crescimento biológico, é extraído do sistema sempre que a concentração no tanque ultrapassa os valores de projeto. Este lodo pode ser espessado e desidratado, podendo seguir para disposição final.

A recirculação de lodo faz aumentar a concentração de bactérias em suspensão no tanque de aeração, da ordem de 10 vezes maior que a de uma lagoa aerada de mistura completa sem recirculação. Porém uma taxa equivalente ao crescimento das bactérias (lodo biológico excedente) deve ser retirada, pois se fosse permitido que as bactérias se reproduzissem continuamente, alguns problemas poderiam ocorrer, como a presença de biomassa no efluente final devido a dificuldade de sedimentar em um decantador secundário sobrecarregado e a dificuldade de transferência de oxigênio para todas as células no reator, por exemplo.

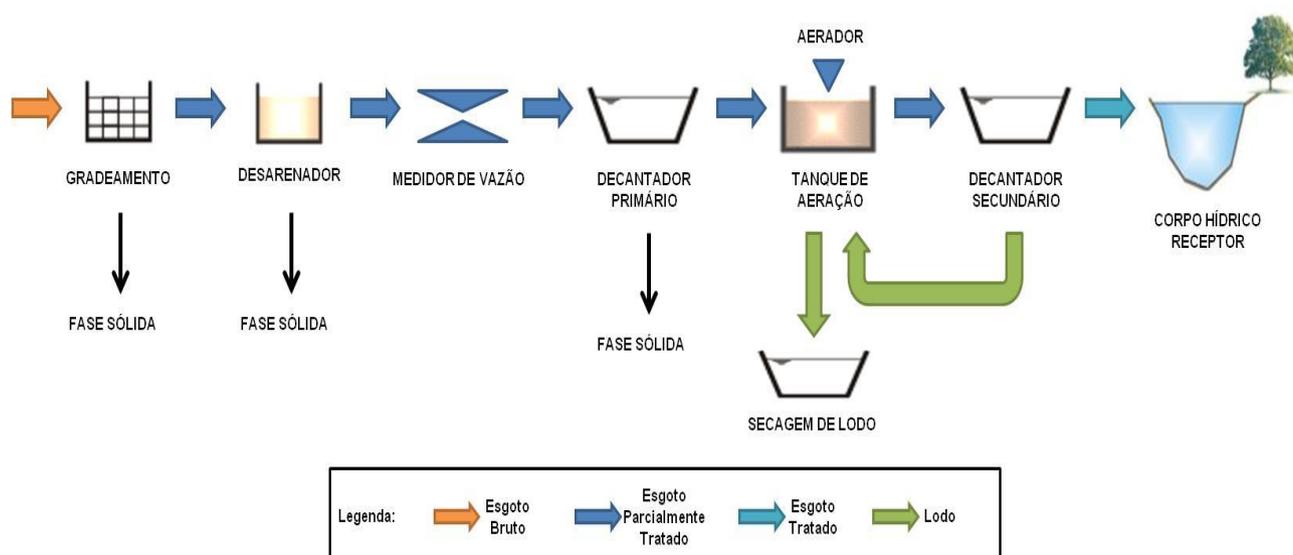
A alta eficiência deste sistema é em grande parte devido a recirculação de lodo. Esta permite que o tempo de detenção hidráulico seja pequeno e conseqüentemente também o reator possua pequenas dimensões. A recirculação de sólidos também ocasiona com que os sólidos permaneçam mais tempo no sistema que a massa líquida. Este tempo de permanência da biomassa no sistema é chamado de Idade do Lodo (VON SPERLING, 1996).

Além da matéria orgânica carbonácea, o sistema de lodos ativados pode remover também nitrogênio e fósforo, porém a remoção de coliformes é geralmente baixa

devido ao pequeno tempo de detenção hidráulico e normalmente insuficiente para o lançamento no corpo receptor.

A Figura 9-3 apresenta esquematicamente as etapas de tratamento do sistema de lodos ativados convencional.

Figura 9-3 - Etapas de tratamento de esgotos pelo sistema de lodos ativados convencional.

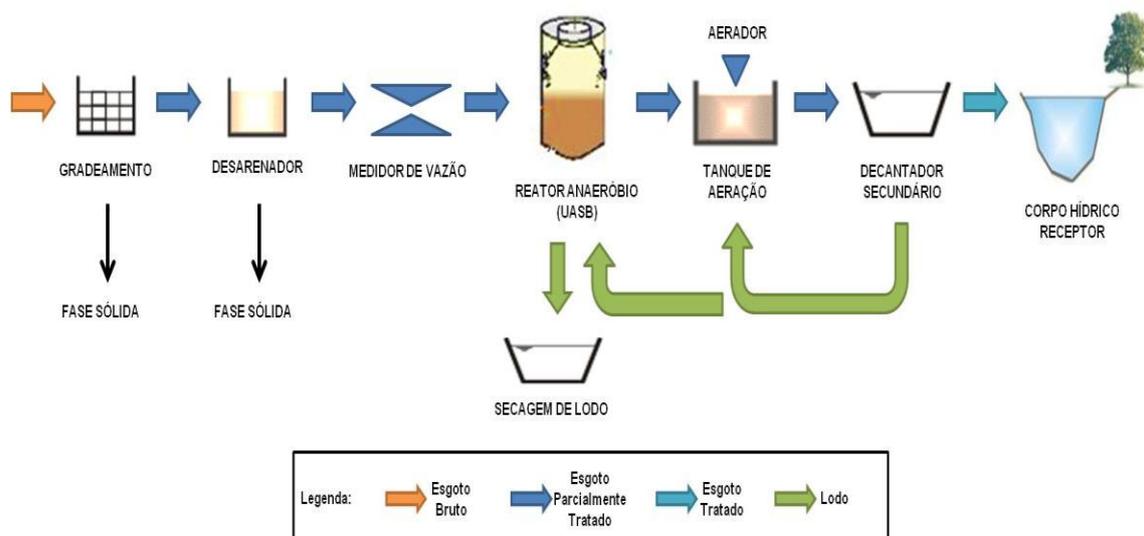


Fonte: Adaptado de VON SPERLING (1996).

A utilização de reator UASB + Lodos ativados é uma alternativa bastante promissora em regiões de clima quente, foco de várias pesquisas recentes e que começa a ser implantada em larga escala. Neste caso, o reator UASB substitui com vantagens o decantador primário. O lodo aeróbio do decantador secundário é recirculado para o tanque de aeração e para o reator UASB quando necessário, onde sofre adensamento e digestão, juntamente com o lodo anaeróbio, necessitando apenas ao final a desidratação (PROSAB 4, 2006).

A Figura 9-4 apresenta esquematicamente as etapas de tratamento do sistema de reator UASB e lodos ativados.

Figura 9-4 - Etapas de tratamento de esgotos pelo sistema de reator UASB + lodos ativados.



Fonte: Adaptado de PROSAB 4 (2006).

d) Sistema de Fossa Séptica e Filtro Anaeróbio

O sistema de fossas sépticas seguidas de filtros anaeróbios tem sido amplamente utilizado em nosso meio rural e em comunidades de pequeno porte. A fossa séptica remove a maior parte dos sólidos em suspensão, os quais sedimentam e sofrem o processo de digestão anaeróbia no fundo do tanque. A matéria orgânica efluente da fossa séptica se dirige ao filtro anaeróbio, onde ocorre a sua remoção, também em condições anaeróbias (VON SPERLING, 1996).

O filtro anaeróbio apresenta alguma similaridade conceitual com os filtros biológicos aeróbios: em ambos os casos, a biomassa cresce aderida a um meio suporte, usualmente pedras. No entanto, o filtro anaeróbio apresenta algumas importantes diferenças:

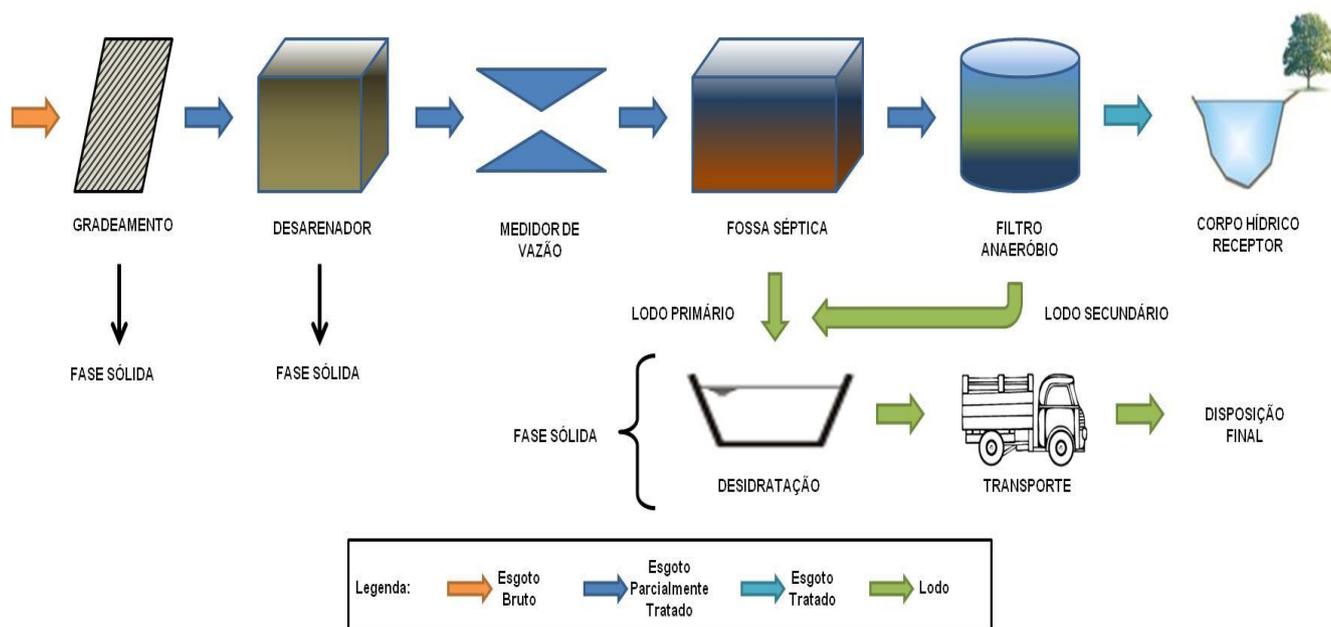
- O fluxo do líquido é ascendente, ou seja, a entrada é na parte inferior do filtro e a saída na parte superior;
- O filtro trabalha afogado, ou seja, os espaços vazios são preenchidos com líquido;
- A carga de DBO aplicada por unidade de volume é bastante elevada, o que garante as condições anaeróbias e repercute na redução de volume do reator;
- A unidade é fechada.

A eficiência deste sistema é usualmente inferior à dos processos aeróbios, embora seja na maior parte das situações suficiente. Fossas-filtro tem sido amplamente utilizadas para pequenas populações, mas uma tendência recente em termos de tratamento anaeróbio tem favorecido a utilização dos reatores de manta de lodo, principalmente por fatores econômicos (PROSAB 4, 2006).

A produção de lodo nos sistemas anaeróbios é baixa, já saindo estabilizado e podendo ser dirigido diretamente para o leito de secagem. Sempre há um risco de geração de maus odores por se tratar de um sistema anaeróbio, no entanto procedimentos de projeto e operacionais podem contribuir para reduzir esses riscos.

A Figura 9-5 apresenta esquematicamente as etapas de tratamento do sistema de fossa séptica e filtro anaeróbio.

Figura 9-5 - Etapas de tratamento de esgotos pelo sistema de fossa séptica e filtro anaeróbio.



Fonte: Adaptado de VON SPERLING (1996).

Sejam consideradas ainda as eficiências médias de tratamento das quatro alternativas de tratamento acima citadas: DBO tem eficiência de remoção da ordem de 80 a 90%; DQO, de 70 a 80%; Sólidos Suspensos, de 75 a 90%; Nitrogênio Total, inferior a 60% (adotado 50%); Fósforo Total, inferior a 35% (adotado 30%); e Coliformes Termotolerantes, até 2 unidades Log.

Tabela 9-14 - Carga de DBO municipal e por distrito (kg/dia) após tratamento com eficiência de 80%.

Ano	Município			Sede			Pequiá			NS das Graças			Santíssima Trindade			SJ do Príncipe			
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	
0	2017	281.6	155.3	126.3	175.9	134.6	41.3	39.2	8.5	30.6	24.1	5.9	18.2	25.6	2.8	22.8	16.9	3.5	13.4
1	2018	282.9	156.0	126.9	176.7	135.2	41.5	39.4	8.6	30.8	24.2	5.9	18.3	25.7	2.8	22.9	17.0	3.5	13.4
2	2019	284.1	156.7	127.4	177.5	135.8	41.7	39.5	8.6	30.9	24.3	6.0	18.4	25.8	2.8	23.0	17.0	3.5	13.5
3	2020	285.4	157.4	128.0	178.3	136.4	41.9	39.7	8.7	31.1	24.4	6.0	18.4	25.9	2.8	23.1	17.1	3.6	13.6
4	2021	286.5	158.0	128.5	178.9	136.9	42.0	39.9	8.7	31.2	24.5	6.0	18.5	26.0	2.8	23.2	17.2	3.6	13.6
5	2022	287.5	158.6	129.0	179.6	137.4	42.2	40.0	8.7	31.3	24.6	6.0	18.6	26.1	2.8	23.3	17.2	3.6	13.7
6	2023	288.6	159.1	129.4	180.2	137.9	42.3	40.1	8.8	31.4	24.7	6.1	18.6	26.2	2.9	23.4	17.3	3.6	13.7
7	2024	289.6	159.7	129.9	180.9	138.4	42.5	40.3	8.8	31.5	24.8	6.1	18.7	26.3	2.9	23.5	17.4	3.6	13.8
8	2025	290.7	160.3	130.4	181.6	138.9	42.6	40.4	8.8	31.6	24.9	6.1	18.8	26.4	2.9	23.5	17.4	3.6	13.8
9	2026	291.5	160.7	130.7	182.0	139.3	42.7	40.5	8.8	31.7	24.9	6.1	18.8	26.5	2.9	23.6	17.5	3.6	13.9
10	2027	292.2	161.2	131.1	182.5	139.7	42.8	40.7	8.9	31.8	25.0	6.1	18.9	26.6	2.9	23.7	17.5	3.6	13.9
11	2028	293.0	161.6	131.4	183.0	140.0	43.0	40.8	8.9	31.9	25.1	6.1	18.9	26.6	2.9	23.7	17.6	3.7	13.9
12	2029	293.8	162.0	131.8	183.5	140.4	43.1	40.9	8.9	32.0	25.1	6.2	19.0	26.7	2.9	23.8	17.6	3.7	14.0
13	2030	294.5	162.4	132.1	183.9	140.8	43.2	41.0	8.9	32.0	25.2	6.2	19.0	26.8	2.9	23.9	17.7	3.7	14.0
14	2031	295.0	162.7	132.3	184.2	141.0	43.3	41.0	8.9	32.1	25.2	6.2	19.1	26.8	2.9	23.9	17.7	3.7	14.0
15	2032	295.5	162.9	132.5	184.5	141.2	43.3	41.1	9.0	32.1	25.3	6.2	19.1	26.8	2.9	23.9	17.7	3.7	14.0
16	2033	295.9	163.2	132.7	184.8	141.4	43.4	41.2	9.0	32.2	25.3	6.2	19.1	26.9	2.9	24.0	17.8	3.7	14.1
17	2034	296.4	163.4	132.9	185.1	141.7	43.5	41.2	9.0	32.3	25.4	6.2	19.2	26.9	2.9	24.0	17.8	3.7	14.1
18	2035	296.8	163.7	133.1	185.4	141.9	43.5	41.3	9.0	32.3	25.4	6.2	19.2	27.0	2.9	24.0	17.8	3.7	14.1
19	2036	297.1	163.8	133.3	185.5	142.0	43.6	41.3	9.0	32.3	25.4	6.2	19.2	27.0	2.9	24.1	17.8	3.7	14.1
20	2037	297.3	164.0	133.4	185.7	142.1	43.6	41.4	9.0	32.4	25.4	6.2	19.2	27.0	2.9	24.1	17.8	3.7	14.1

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9-15 - Carga de DBO municipal e por distrito (kg/dia) após tratamento com eficiência de 90%.

Ano	Município			Sede			Pequiá			NS das Graças			Santíssima Trindade			SJ do Príncipe			
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	
0	2017	140.8	77.6	63.2	87.9	67.3	20.6	19.6	4.3	15.3	12.0	3.0	9.1	12.8	1.4	11.4	8.4	1.8	6.7
1	2018	141.4	78.0	63.4	88.3	67.6	20.7	19.7	4.3	15.4	12.1	3.0	9.1	12.9	1.4	11.5	8.5	1.8	6.7
2	2019	142.1	78.3	63.7	88.7	67.9	20.8	19.8	4.3	15.5	12.2	3.0	9.2	12.9	1.4	11.5	8.5	1.8	6.8
3	2020	142.7	78.7	64.0	89.1	68.2	20.9	19.9	4.3	15.5	12.2	3.0	9.2	13.0	1.4	11.6	8.6	1.8	6.8
4	2021	143.2	79.0	64.2	89.5	68.5	21.0	19.9	4.3	15.6	12.3	3.0	9.3	13.0	1.4	11.6	8.6	1.8	6.8
5	2022	143.8	79.3	64.5	89.8	68.7	21.1	20.0	4.4	15.6	12.3	3.0	9.3	13.1	1.4	11.6	8.6	1.8	6.8
6	2023	144.3	79.6	64.7	90.1	69.0	21.2	20.1	4.4	15.7	12.3	3.0	9.3	13.1	1.4	11.7	8.7	1.8	6.9
7	2024	144.8	79.9	65.0	90.4	69.2	21.2	20.1	4.4	15.8	12.4	3.0	9.4	13.2	1.4	11.7	8.7	1.8	6.9
8	2025	145.4	80.2	65.2	90.8	69.5	21.3	20.2	4.4	15.8	12.4	3.0	9.4	13.2	1.4	11.8	8.7	1.8	6.9
9	2026	145.7	80.4	65.4	91.0	69.7	21.4	20.3	4.4	15.9	12.5	3.1	9.4	13.2	1.4	11.8	8.7	1.8	6.9
10	2027	146.1	80.6	65.5	91.3	69.8	21.4	20.3	4.4	15.9	12.5	3.1	9.4	13.3	1.4	11.8	8.8	1.8	6.9
11	2028	146.5	80.8	65.7	91.5	70.0	21.5	20.4	4.4	15.9	12.5	3.1	9.5	13.3	1.4	11.9	8.8	1.8	7.0
12	2029	146.9	81.0	65.9	91.7	70.2	21.5	20.4	4.5	16.0	12.6	3.1	9.5	13.3	1.5	11.9	8.8	1.8	7.0
13	2030	147.3	81.2	66.1	92.0	70.4	21.6	20.5	4.5	16.0	12.6	3.1	9.5	13.4	1.5	11.9	8.8	1.8	7.0
14	2031	147.5	81.3	66.2	92.1	70.5	21.6	20.5	4.5	16.0	12.6	3.1	9.5	13.4	1.5	11.9	8.8	1.8	7.0
15	2032	147.7	81.5	66.3	92.3	70.6	21.7	20.6	4.5	16.1	12.6	3.1	9.5	13.4	1.5	12.0	8.9	1.8	7.0
16	2033	148.0	81.6	66.4	92.4	70.7	21.7	20.6	4.5	16.1	12.7	3.1	9.6	13.4	1.5	12.0	8.9	1.8	7.0
17	2034	148.2	81.7	66.5	92.6	70.8	21.7	20.6	4.5	16.1	12.7	3.1	9.6	13.5	1.5	12.0	8.9	1.8	7.0
18	2035	148.4	81.9	66.6	92.7	70.9	21.8	20.6	4.5	16.1	12.7	3.1	9.6	13.5	1.5	12.0	8.9	1.9	7.1
19	2036	148.5	81.9	66.6	92.8	71.0	21.8	20.7	4.5	16.2	12.7	3.1	9.6	13.5	1.5	12.0	8.9	1.9	7.1
20	2037	148.7	82.0	66.7	92.8	71.0	21.8	20.7	4.5	16.2	12.7	3.1	9.6	13.5	1.5	12.0	8.9	1.9	7.1

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9-16 - Carga de DQO municipal e por distrito (kg/dia) após tratamento com eficiência de 70%.

Ano	Município			Sede			Pequiá			NS das Graças			Santíssima Trindade			SJ do Príncipe			
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	
0	2017	844.7	465.8	378.9	527.6	403.7	123.8	117.5	25.6	91.9	72.3	17.7	54.6	76.7	8.3	68.4	50.7	10.5	40.1
1	2018	848.6	468.0	380.6	530.0	405.5	124.4	118.1	25.7	92.3	72.6	17.8	54.8	77.1	8.4	68.7	50.9	10.6	40.3
2	2019	852.4	470.1	382.3	532.4	407.4	125.0	118.6	25.8	92.7	72.9	17.9	55.1	77.4	8.4	69.0	51.1	10.6	40.5
3	2020	856.3	472.2	384.1	534.8	409.2	125.6	119.1	26.0	93.2	73.3	17.9	55.3	77.8	8.5	69.3	51.4	10.7	40.7
4	2021	859.4	473.9	385.5	536.7	410.7	126.0	119.6	26.0	93.5	73.5	18.0	55.5	78.1	8.5	69.6	51.5	10.7	40.8
5	2022	862.6	475.7	386.9	538.7	412.2	126.5	120.0	26.1	93.8	73.8	18.1	55.7	78.4	8.5	69.8	51.7	10.7	41.0
6	2023	865.7	477.4	388.3	540.7	413.8	126.9	120.4	26.3	94.2	74.1	18.2	55.9	78.7	8.6	70.1	51.9	10.8	41.1
7	2024	868.9	479.2	389.7	542.7	415.3	127.4	120.9	26.3	94.5	74.3	18.2	56.1	78.9	8.6	70.4	52.1	10.8	41.3
8	2025	872.1	481.0	391.2	544.7	416.8	127.9	121.3	26.4	94.9	74.6	18.3	56.3	79.2	8.6	70.6	52.3	10.9	41.4
9	2026	874.4	482.2	392.2	546.1	417.9	128.2	121.6	26.5	95.1	74.8	18.3	56.5	79.4	8.6	70.8	52.4	10.9	41.6
10	2027	876.7	483.5	393.2	547.5	419.0	128.5	122.0	26.6	95.4	75.0	18.4	56.6	79.7	8.7	71.0	52.6	10.9	41.6
11	2028	879.0	484.7	394.3	549.0	420.1	128.9	122.3	26.6	95.6	75.2	18.4	56.8	79.9	8.7	71.2	52.7	11.0	41.8
12	2029	881.3	486.0	395.3	550.4	421.2	129.2	122.6	26.7	95.9	75.4	18.5	56.9	80.1	8.7	71.4	52.9	11.0	41.9
13	2030	883.6	487.3	396.3	551.8	422.3	129.5	122.9	26.8	96.1	75.6	18.5	57.1	80.3	8.7	71.6	53.0	11.0	42.0
14	2031	885.0	488.0	396.9	552.7	422.9	129.8	123.1	26.8	96.3	75.7	18.5	57.2	80.4	8.7	71.7	53.1	11.0	42.0
15	2032	886.4	488.8	397.6	553.6	423.6	130.0	123.3	26.9	96.4	75.8	18.6	57.3	80.5	8.8	71.8	53.2	11.0	42.1
16	2033	887.7	489.5	398.2	554.4	424.3	130.1	123.5	26.9	96.6	76.0	18.6	57.4	80.6	8.8	71.9	53.3	11.1	42.2
17	2034	889.1	490.3	398.8	555.3	425.0	130.4	123.7	26.9	96.8	76.1	18.6	57.5	80.8	8.8	72.0	53.3	11.1	42.2
18	2035	890.5	491.1	399.4	556.1	425.6	130.6	123.9	27.0	96.9	76.2	18.7	57.5	80.9	8.8	72.1	53.4	11.1	42.3
19	2036	891.2	491.5	399.8	556.6	425.9	130.7	124.0	27.0	97.0	76.3	18.7	57.6	81.0	8.8	72.2	53.5	11.1	42.4
20	2037	891.9	491.9	400.1	557.0	426.3	130.8	124.1	27.0	97.1	76.3	18.7	57.6	81.0	8.8	72.2	53.5	11.1	42.4

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9-17 - Carga de DQO municipal e por distrito (kg/dia) após tratamento com eficiência de 80%.

Ano	Município			Sede			Pequiá			NS das Graças			Santíssima Trindade			SJ do Príncipe			
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	
0	2017	563.2	310.6	252.6	351.7	269.1	82.6	78.3	17.1	61.3	48.2	11.8	36.4	51.2	5.6	45.6	33.8	7.0	26.8
1	2018	565.7	312.0	253.7	353.3	270.4	82.9	78.7	17.1	61.6	48.4	11.9	36.5	51.4	5.6	45.8	33.9	7.1	26.9
2	2019	568.3	313.4	254.9	354.9	271.6	83.3	79.0	17.2	61.8	48.6	11.9	36.7	51.6	5.6	46.0	34.1	7.1	27.0
3	2020	570.8	314.8	256.0	356.5	272.8	83.7	79.4	17.3	62.1	48.8	12.0	36.9	51.9	5.6	46.2	34.2	7.1	27.1
4	2021	572.9	316.0	257.0	357.8	273.8	84.0	79.7	17.4	62.3	49.0	12.0	37.0	52.0	5.7	46.4	34.4	7.1	27.2
5	2022	575.0	317.1	257.9	359.1	274.8	84.3	80.0	17.4	62.6	49.2	12.0	37.2	52.2	5.7	46.6	34.5	7.2	27.3
6	2023	577.2	318.3	258.9	360.5	275.8	84.6	80.3	17.5	62.8	49.4	12.1	37.3	52.4	5.7	46.7	34.6	7.2	27.4
7	2024	579.3	319.5	259.8	361.8	276.8	84.9	80.6	17.6	63.0	49.6	12.1	37.4	52.6	5.7	46.9	34.7	7.2	27.5
8	2025	581.4	320.6	260.8	363.1	277.9	85.2	80.9	17.6	63.3	49.7	12.2	37.6	52.8	5.7	47.1	34.9	7.2	27.6
9	2026	582.9	321.5	261.5	364.1	278.6	85.5	81.1	17.7	63.4	49.9	12.2	37.7	53.0	5.8	47.2	35.0	7.3	27.7
10	2027	584.5	322.3	262.2	365.0	279.3	85.7	81.3	17.7	63.6	50.0	12.2	37.8	53.1	5.8	47.3	35.0	7.3	27.8
11	2028	586.0	323.2	262.8	366.0	280.1	85.9	81.5	17.8	63.8	50.1	12.3	37.9	53.2	5.8	47.5	35.1	7.3	27.8
12	2029	587.5	324.0	263.5	366.9	280.8	86.1	81.7	17.8	63.9	50.3	12.3	38.0	53.4	5.8	47.6	35.2	7.3	27.9
13	2030	589.1	324.8	264.2	367.9	281.5	86.4	81.9	17.9	64.1	50.4	12.3	38.1	53.5	5.8	47.7	35.3	7.3	28.0
14	2031	590.0	325.4	264.6	368.5	282.0	86.5	82.1	17.9	64.2	50.5	12.4	38.1	53.6	5.8	47.8	35.4	7.4	28.0
15	2032	590.9	325.9	265.0	369.0	282.4	86.6	82.2	17.9	64.3	50.6	12.4	38.2	53.7	5.8	47.8	35.4	7.4	28.1
16	2033	591.8	326.4	265.5	369.6	282.8	86.8	82.3	17.9	64.4	50.6	12.4	38.2	53.8	5.8	47.9	35.5	7.4	28.1
17	2034	592.8	326.9	265.9	370.2	283.3	86.9	82.5	18.0	64.5	50.7	12.4	38.3	53.8	5.9	48.0	35.5	7.4	28.2
18	2035	593.7	327.4	266.3	370.8	283.7	87.0	82.6	18.0	64.6	50.8	12.4	38.4	53.9	5.9	48.1	35.6	7.4	28.2
19	2036	594.2	327.7	266.5	371.1	284.0	87.1	82.6	18.0	64.6	50.8	12.4	38.4	54.0	5.9	48.1	35.6	7.4	28.2
20	2037	594.6	327.9	266.7	371.4	284.2	87.2	82.7	18.0	64.7	50.9	12.5	38.4	54.0	5.9	48.1	35.7	7.4	28.2

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9-18 - Carga de Sólidos Suspensos municipal e por distrito (kg/dia) após tratamento com eficiência de 80%.

Ano	Município			Sede			Pequiá			NS das Graças			Santíssima Trindade			SJ do Príncipe			
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	
0	2017	337.9	186.3	151.6	211.0	161.5	49.5	47.0	10.2	36.8	28.9	7.1	21.8	30.7	3.3	27.4	20.3	4.2	16.1
1	2018	339.4	187.2	152.2	212.0	162.2	49.8	47.2	10.3	36.9	29.0	7.1	21.9	30.8	3.3	27.5	20.4	4.2	16.1
2	2019	341.0	188.0	152.9	212.9	162.9	50.0	47.4	10.3	37.1	29.2	7.1	22.0	31.0	3.4	27.6	20.4	4.2	16.2
3	2020	342.5	188.9	153.6	213.9	163.7	50.2	47.6	10.4	37.3	29.3	7.2	22.1	31.1	3.4	27.7	20.5	4.3	16.3
4	2021	343.8	189.6	154.2	214.7	164.3	50.4	47.8	10.4	37.4	29.4	7.2	22.2	31.2	3.4	27.8	20.6	4.3	16.3
5	2022	345.0	190.3	154.8	215.5	164.9	50.6	48.0	10.5	37.5	29.5	7.2	22.3	31.3	3.4	27.9	20.7	4.3	16.4
6	2023	346.3	191.0	155.3	216.3	165.5	50.8	48.2	10.5	37.7	29.6	7.3	22.4	31.5	3.4	28.0	20.8	4.3	16.5
7	2024	347.6	191.7	155.9	217.1	166.1	51.0	48.3	10.5	37.8	29.7	7.3	22.5	31.6	3.4	28.1	20.8	4.3	16.5
8	2025	348.9	192.4	156.5	217.9	166.7	51.1	48.5	10.6	38.0	29.8	7.3	22.5	31.7	3.4	28.2	20.9	4.3	16.6
9	2026	349.8	192.9	156.9	218.4	167.2	51.3	48.6	10.6	38.1	29.9	7.3	22.6	31.8	3.5	28.3	21.0	4.4	16.6
10	2027	350.7	193.4	157.3	219.0	167.6	51.4	48.8	10.6	38.1	30.0	7.3	22.7	31.9	3.5	28.4	21.0	4.4	16.7
11	2028	351.6	193.9	157.7	219.6	168.0	51.6	48.9	10.7	38.3	30.1	7.4	22.7	31.9	3.5	28.5	21.1	4.4	16.7
12	2029	352.5	194.4	158.1	220.2	168.5	51.7	49.0	10.7	38.4	30.2	7.4	22.8	32.0	3.5	28.5	21.1	4.4	16.8
13	2030	353.4	194.9	158.5	220.7	168.9	51.8	49.2	10.7	38.4	30.2	7.4	22.8	32.1	3.5	28.6	21.2	4.4	16.8
14	2031	354.0	195.2	158.8	221.1	169.2	51.9	49.2	10.7	38.5	30.3	7.4	22.9	32.2	3.5	28.7	21.2	4.4	16.8
15	2032	354.5	195.5	159.0	221.4	169.4	52.0	49.3	10.8	38.6	30.3	7.4	22.9	32.2	3.5	28.7	21.3	4.4	16.8
16	2033	355.1	195.8	159.3	221.8	169.7	52.1	49.4	10.8	38.6	30.4	7.4	22.9	32.3	3.5	28.8	21.3	4.4	16.9
17	2034	355.7	196.1	159.5	222.1	170.0	52.1	49.5	10.8	38.7	30.4	7.5	23.0	32.3	3.5	28.8	21.3	4.4	16.9
18	2035	356.2	196.4	159.8	222.5	170.2	52.2	49.5	10.8	38.7	30.5	7.5	23.0	32.4	3.5	28.8	21.4	4.4	16.9
19	2036	356.5	196.6	159.9	222.6	170.4	52.3	49.6	10.8	38.8	30.5	7.5	23.0	32.4	3.5	28.9	21.4	4.4	16.9
20	2037	356.8	196.8	160.0	222.8	170.5	52.3	49.6	10.8	38.8	30.5	7.5	23.1	32.4	3.5	28.9	21.4	4.5	16.9

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9-19 - Carga de Sólidos Suspensos municipal e por distrito (kg/dia) após tratamento com eficiência de 90%.

Ano	Município			Sede			Pequiá			NS das Graças			Santíssima Trindade			SJ do Príncipe			
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	
0	2017	168.9	93.2	75.8	105.5	80.7	24.8	23.5	5.1	18.4	14.5	3.5	10.9	15.3	1.7	13.7	10.1	2.1	8.0
1	2018	169.7	93.6	76.1	106.0	81.1	24.9	23.6	5.1	18.5	14.5	3.6	11.0	15.4	1.7	13.7	10.2	2.1	8.1
2	2019	170.5	94.0	76.5	106.5	81.5	25.0	23.7	5.2	18.5	14.6	3.6	11.0	15.5	1.7	13.8	10.2	2.1	8.1
3	2020	171.3	94.4	76.8	107.0	81.8	25.1	23.8	5.2	18.6	14.7	3.6	11.1	15.6	1.7	13.9	10.3	2.1	8.1
4	2021	171.9	94.8	77.1	107.3	82.1	25.2	23.9	5.2	18.7	14.7	3.6	11.1	15.6	1.7	13.9	10.3	2.1	8.2
5	2022	172.5	95.1	77.4	107.7	82.4	25.3	24.0	5.2	18.8	14.8	3.6	11.1	15.7	1.7	14.0	10.3	2.1	8.2
6	2023	173.1	95.5	77.7	108.1	82.8	25.4	24.1	5.3	18.8	14.8	3.6	11.2	15.7	1.7	14.0	10.4	2.2	8.2
7	2024	173.8	95.8	77.9	108.5	83.1	25.5	24.2	5.3	18.9	14.9	3.6	11.2	15.8	1.7	14.1	10.4	2.2	8.3
8	2025	174.4	96.2	78.2	108.9	83.4	25.6	24.3	5.3	19.0	14.9	3.7	11.3	15.8	1.7	14.1	10.5	2.2	8.3
9	2026	174.9	96.4	78.4	109.2	83.6	25.6	24.3	5.3	19.0	15.0	3.7	11.3	15.9	1.7	14.2	10.5	2.2	8.3
10	2027	175.3	96.7	78.6	109.5	83.8	25.7	24.4	5.3	19.1	15.0	3.7	11.3	15.9	1.7	14.2	10.5	2.2	8.3
11	2028	175.8	96.9	78.9	109.8	84.0	25.8	24.5	5.3	19.1	15.0	3.7	11.4	16.0	1.7	14.2	10.5	2.2	8.4
12	2029	176.3	97.2	79.1	110.1	84.2	25.8	24.5	5.3	19.2	15.1	3.7	11.4	16.0	1.7	14.3	10.6	2.2	8.4
13	2030	176.7	97.5	79.3	110.4	84.5	25.9	24.6	5.4	19.2	15.1	3.7	11.4	16.1	1.7	14.3	10.6	2.2	8.4
14	2031	177.0	97.6	79.4	110.5	84.6	26.0	24.6	5.4	19.3	15.1	3.7	11.4	16.1	1.7	14.3	10.6	2.2	8.4
15	2032	177.3	97.8	79.5	110.7	84.7	26.0	24.7	5.4	19.3	15.2	3.7	11.5	16.1	1.8	14.4	10.6	2.2	8.4
16	2033	177.5	97.9	79.6	110.9	84.9	26.0	24.7	5.4	19.3	15.2	3.7	11.5	16.1	1.8	14.4	10.7	2.2	8.4
17	2034	177.8	98.1	79.8	111.1	85.0	26.1	24.7	5.4	19.4	15.2	3.7	11.5	16.2	1.8	14.4	10.7	2.2	8.4
18	2035	178.1	98.2	79.9	111.2	85.1	26.1	24.8	5.4	19.4	15.2	3.7	11.5	16.2	1.8	14.4	10.7	2.2	8.5
19	2036	178.2	98.3	80.0	111.3	85.2	26.1	24.8	5.4	19.4	15.3	3.7	11.5	16.2	1.8	14.4	10.7	2.2	8.5
20	2037	178.4	98.4	80.0	111.4	85.3	26.2	24.8	5.4	19.4	15.3	3.7	11.5	16.2	1.8	14.4	10.7	2.2	8.5

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9-20 - Carga de Nitrogênio Total municipal e por distrito (kg/dia) após tratamento com eficiência de 50%.

Ano	Município			Sede			Pequiá			NS das Graças			Santíssima Trindade			SJ do Príncipe			
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	
0	2017	112.6	62.1	50.5	70.3	53.8	16.5	15.7	3.4	12.3	9.6	2.4	7.3	10.2	1.1	9.1	6.8	1.4	5.4
1	2018	113.1	62.4	50.7	70.7	54.1	16.6	15.7	3.4	12.3	9.7	2.4	7.3	10.3	1.1	9.2	6.8	1.4	5.4
2	2019	113.7	62.7	51.0	71.0	54.3	16.7	15.8	3.4	12.4	9.7	2.4	7.3	10.3	1.1	9.2	6.8	1.4	5.4
3	2020	114.2	63.0	51.2	71.3	54.6	16.7	15.9	3.5	12.4	9.8	2.4	7.4	10.4	1.1	9.2	6.8	1.4	5.4
4	2021	114.6	63.2	51.4	71.6	54.8	16.8	15.9	3.5	12.5	9.8	2.4	7.4	10.4	1.1	9.3	6.9	1.4	5.4
5	2022	115.0	63.4	51.6	71.8	55.0	16.9	16.0	3.5	12.5	9.8	2.4	7.4	10.4	1.1	9.3	6.9	1.4	5.5
6	2023	115.4	63.7	51.8	72.1	55.2	16.9	16.1	3.5	12.6	9.9	2.4	7.5	10.5	1.1	9.3	6.9	1.4	5.5
7	2024	115.9	63.9	52.0	72.4	55.4	17.0	16.1	3.5	12.6	9.9	2.4	7.5	10.5	1.1	9.4	6.9	1.4	5.5
8	2025	116.3	64.1	52.2	72.6	55.6	17.0	16.2	3.5	12.7	9.9	2.4	7.5	10.6	1.1	9.4	7.0	1.4	5.5
9	2026	116.6	64.3	52.3	72.8	55.7	17.1	16.2	3.5	12.7	10.0	2.4	7.5	10.6	1.2	9.4	7.0	1.5	5.5
10	2027	116.9	64.5	52.4	73.0	55.9	17.1	16.3	3.5	12.7	10.0	2.4	7.6	10.6	1.2	9.5	7.0	1.5	5.6
11	2028	117.2	64.6	52.6	73.2	56.0	17.2	16.3	3.6	12.8	10.0	2.5	7.6	10.6	1.2	9.5	7.0	1.5	5.6
12	2029	117.5	64.8	52.7	73.4	56.2	17.2	16.3	3.6	12.8	10.1	2.5	7.6	10.7	1.2	9.5	7.0	1.5	5.6
13	2030	117.8	65.0	52.8	73.6	56.3	17.3	16.4	3.6	12.8	10.1	2.5	7.6	10.7	1.2	9.5	7.1	1.5	5.6
14	2031	118.0	65.1	52.9	73.7	56.4	17.3	16.4	3.6	12.8	10.1	2.5	7.6	10.7	1.2	9.6	7.1	1.5	5.6
15	2032	118.2	65.2	53.0	73.8	56.5	17.3	16.4	3.6	12.9	10.1	2.5	7.6	10.7	1.2	9.6	7.1	1.5	5.6
16	2033	118.4	65.3	53.1	73.9	56.6	17.4	16.5	3.6	12.9	10.1	2.5	7.6	10.8	1.2	9.6	7.1	1.5	5.6
17	2034	118.6	65.4	53.2	74.0	56.7	17.4	16.5	3.6	12.9	10.1	2.5	7.7	10.8	1.2	9.6	7.1	1.5	5.6
18	2035	118.7	65.5	53.3	74.2	56.7	17.4	16.5	3.6	12.9	10.2	2.5	7.7	10.8	1.2	9.6	7.1	1.5	5.6
19	2036	118.8	65.5	53.3	74.2	56.8	17.4	16.5	3.6	12.9	10.2	2.5	7.7	10.8	1.2	9.6	7.1	1.5	5.6
20	2037	118.9	65.6	53.3	74.3	56.8	17.4	16.5	3.6	12.9	10.2	2.5	7.7	10.8	1.2	9.6	7.1	1.5	5.6

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9-21 - Carga de Fósforo Total municipal e por distrito (kg/dia) após tratamento com eficiência de 30%.

Ano	Município			Sede			Pequiá			NS das Graças			Santíssima Trindade			SJ do Príncipe			
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	
0	2017	49.3	27.2	22.1	30.8	23.5	7.2	6.9	1.5	5.4	4.2	1.0	3.2	4.5	0.5	4.0	3.0	0.6	2.3
1	2018	49.5	27.3	22.2	30.9	23.7	7.3	6.9	1.5	5.4	4.2	1.0	3.2	4.5	0.5	4.0	3.0	0.6	2.4
2	2019	49.7	27.4	22.3	31.1	23.8	7.3	6.9	1.5	5.4	4.3	1.0	3.2	4.5	0.5	4.0	3.0	0.6	2.4
3	2020	49.9	27.5	22.4	31.2	23.9	7.3	6.9	1.5	5.4	4.3	1.0	3.2	4.5	0.5	4.0	3.0	0.6	2.4
4	2021	50.1	27.6	22.5	31.3	24.0	7.4	7.0	1.5	5.5	4.3	1.1	3.2	4.6	0.5	4.1	3.0	0.6	2.4
5	2022	50.3	27.7	22.6	31.4	24.0	7.4	7.0	1.5	5.5	4.3	1.1	3.3	4.6	0.5	4.1	3.0	0.6	2.4
6	2023	50.5	27.8	22.7	31.5	24.1	7.4	7.0	1.5	5.5	4.3	1.1	3.3	4.6	0.5	4.1	3.0	0.6	2.4
7	2024	50.7	28.0	22.7	31.7	24.2	7.4	7.1	1.5	5.5	4.3	1.1	3.3	4.6	0.5	4.1	3.0	0.6	2.4
8	2025	50.9	28.1	22.8	31.8	24.3	7.5	7.1	1.5	5.5	4.4	1.1	3.3	4.6	0.5	4.1	3.1	0.6	2.4
9	2026	51.0	28.1	22.9	31.9	24.4	7.5	7.1	1.5	5.5	4.4	1.1	3.3	4.6	0.5	4.1	3.1	0.6	2.4
10	2027	51.1	28.2	22.9	31.9	24.4	7.5	7.1	1.6	5.6	4.4	1.1	3.3	4.6	0.5	4.1	3.1	0.6	2.4
11	2028	51.3	28.3	23.0	32.0	24.5	7.5	7.1	1.6	5.6	4.4	1.1	3.3	4.7	0.5	4.2	3.1	0.6	2.4
12	2029	51.4	28.4	23.1	32.1	24.6	7.5	7.2	1.6	5.6	4.4	1.1	3.3	4.7	0.5	4.2	3.1	0.6	2.4
13	2030	51.5	28.4	23.1	32.2	24.6	7.6	7.2	1.6	5.6	4.4	1.1	3.3	4.7	0.5	4.2	3.1	0.6	2.4
14	2031	51.6	28.5	23.2	32.2	24.7	7.6	7.2	1.6	5.6	4.4	1.1	3.3	4.7	0.5	4.2	3.1	0.6	2.5
15	2032	51.7	28.5	23.2	32.3	24.7	7.6	7.2	1.6	5.6	4.4	1.1	3.3	4.7	0.5	4.2	3.1	0.6	2.5
16	2033	51.8	28.6	23.2	32.3	24.7	7.6	7.2	1.6	5.6	4.4	1.1	3.3	4.7	0.5	4.2	3.1	0.6	2.5
17	2034	51.9	28.6	23.3	32.4	24.8	7.6	7.2	1.6	5.6	4.4	1.1	3.4	4.7	0.5	4.2	3.1	0.6	2.5
18	2035	51.9	28.6	23.3	32.4	24.8	7.6	7.2	1.6	5.7	4.4	1.1	3.4	4.7	0.5	4.2	3.1	0.6	2.5
19	2036	52.0	28.7	23.3	32.5	24.8	7.6	7.2	1.6	5.7	4.4	1.1	3.4	4.7	0.5	4.2	3.1	0.6	2.5
20	2037	52.0	28.7	23.3	32.5	24.9	7.6	7.2	1.6	5.7	4.5	1.1	3.4	4.7	0.5	4.2	3.1	0.6	2.5

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9-22 - Carga de Coliformes Totais municipal e por distrito (NMP/dia) após tratamento com eficiência de 2 unidade Log.

Ano	Município			Sede			Pequiá			NS das Graças			Santíssima Trindade			SJ do Príncipe			
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	
0	2017	3E+09	2E+09	1E+09	2E+09	1E+09	4E+08	4E+08	9E+07	3E+08	2E+08	6E+07	2E+08	3E+08	3E+07	2E+08	2E+08	4E+07	1E+08
1	2018	3E+09	2E+09	1E+09	2E+09	1E+09	4E+08	4E+08	9E+07	3E+08	2E+08	6E+07	2E+08	3E+08	3E+07	2E+08	2E+08	4E+07	1E+08
2	2019	3E+09	2E+09	1E+09	2E+09	1E+09	4E+08	4E+08	9E+07	3E+08	2E+08	6E+07	2E+08	3E+08	3E+07	2E+08	2E+08	4E+07	1E+08
3	2020	3E+09	2E+09	1E+09	2E+09	1E+09	4E+08	4E+08	9E+07	3E+08	2E+08	6E+07	2E+08	3E+08	3E+07	2E+08	2E+08	4E+07	1E+08
4	2021	3E+09	2E+09	1E+09	2E+09	1E+09	4E+08	4E+08	9E+07	3E+08	2E+08	6E+07	2E+08	3E+08	3E+07	2E+08	2E+08	4E+07	1E+08
5	2022	3E+09	2E+09	1E+09	2E+09	1E+09	4E+08	4E+08	9E+07	3E+08	2E+08	6E+07	2E+08	3E+08	3E+07	2E+08	2E+08	4E+07	1E+08
6	2023	3E+09	2E+09	1E+09	2E+09	1E+09	4E+08	4E+08	9E+07	3E+08	2E+08	6E+07	2E+08	3E+08	3E+07	2E+08	2E+08	4E+07	1E+08
7	2024	3E+09	2E+09	1E+09	2E+09	1E+09	4E+08	4E+08	9E+07	3E+08	2E+08	6E+07	2E+08	3E+08	3E+07	2E+08	2E+08	4E+07	1E+08
8	2025	3E+09	2E+09	1E+09	2E+09	1E+09	4E+08	4E+08	9E+07	3E+08	2E+08	6E+07	2E+08	3E+08	3E+07	2E+08	2E+08	4E+07	1E+08
9	2026	3E+09	2E+09	1E+09	2E+09	1E+09	4E+08	4E+08	9E+07	3E+08	2E+08	6E+07	2E+08	3E+08	3E+07	2E+08	2E+08	4E+07	1E+08
10	2027	3E+09	2E+09	1E+09	2E+09	1E+09	4E+08	4E+08	9E+07	3E+08	3E+08	6E+07	2E+08	3E+08	3E+07	2E+08	2E+08	4E+07	1E+08
11	2028	3E+09	2E+09	1E+09	2E+09	1E+09	4E+08	4E+08	9E+07	3E+08	3E+08	6E+07	2E+08	3E+08	3E+07	2E+08	2E+08	4E+07	1E+08
12	2029	3E+09	2E+09	1E+09	2E+09	1E+09	4E+08	4E+08	9E+07	3E+08	3E+08	6E+07	2E+08	3E+08	3E+07	2E+08	2E+08	4E+07	1E+08
13	2030	3E+09	2E+09	1E+09	2E+09	1E+09	4E+08	4E+08	9E+07	3E+08	3E+08	6E+07	2E+08	3E+08	3E+07	2E+08	2E+08	4E+07	1E+08
14	2031	3E+09	2E+09	1E+09	2E+09	1E+09	4E+08	4E+08	9E+07	3E+08	3E+08	6E+07	2E+08	3E+08	3E+07	2E+08	2E+08	4E+07	1E+08
15	2032	3E+09	2E+09	1E+09	2E+09	1E+09	4E+08	4E+08	9E+07	3E+08	3E+08	6E+07	2E+08	3E+08	3E+07	2E+08	2E+08	4E+07	1E+08
16	2033	3E+09	2E+09	1E+09	2E+09	1E+09	4E+08	4E+08	9E+07	3E+08	3E+08	6E+07	2E+08	3E+08	3E+07	2E+08	2E+08	4E+07	1E+08
17	2034	3E+09	2E+09	1E+09	2E+09	1E+09	4E+08	4E+08	9E+07	3E+08	3E+08	6E+07	2E+08	3E+08	3E+07	2E+08	2E+08	4E+07	1E+08
18	2035	3E+09	2E+09	1E+09	2E+09	1E+09	4E+08	4E+08	9E+07	3E+08	3E+08	6E+07	2E+08	3E+08	3E+07	2E+08	2E+08	4E+07	1E+08
19	2036	3E+09	2E+09	1E+09	2E+09	1E+09	4E+08	4E+08	9E+07	3E+08	3E+08	6E+07	2E+08	3E+08	3E+07	2E+08	2E+08	4E+07	1E+08
20	2037	3E+09	2E+09	1E+09	2E+09	1E+09	4E+08	4E+08	9E+07	3E+08	3E+08	6E+07	2E+08	3E+08	3E+07	2E+08	2E+08	4E+07	1E+08

Fonte: Autoria própria.

9.2.4 Alternativas de Tratamento

O processo de avaliação e seleção da tecnologia mais apropriada para o tratamento de esgotos domésticos deve considerar a concepção do sistema de tratamento, os custos relativos à construção, a operação e a manutenção, bem como a reparação e a substituição do sistema (MASSOUD et al., 2009). As técnicas existentes para o tratamento de esgotos domésticos incluem duas abordagens básicas: centralizadas ou descentralizadas (MOUSSAVI et al., 2010; SURIYACHAN et al., 2012).

9.2.4.1 Tratamento Local (bacia)

Quando a coleta, o tratamento e a descarga (ou reuso) de efluentes acontecem próximo do local onde o efluente foi gerado, é chamado de sistema de tratamento descentralizado.

A necessidade de orientar os traçados da rede coletora na malha viária existente, mesmo sob melhor aproveitamento da topografia para obter uma condução dos efluentes pela maior parte da extensão do sistema por gravidade, requer invariavelmente a introdução de estações elevatórias para contornar e superar acidentes topográficos. Determinadas sub-bacias ou bacias não poderiam ser conectadas a outras sem o artifício da utilização de estações elevatórias de bombeamento, desconsiderando-se a hipótese de um aprofundamento exagerado e inviável técnica e economicamente de coletores para obter o escoamento por gravidade. A introdução de recalques significa custos adicionais, tanto de implantação quanto de operação, fatores de custo que incrementam na medida em que ocorre o bombeamento repetido de vazões acumuladas ao longo do caminho de condução.

Libralato et al. (2012) afirmam que os custos dos sistemas descentralizados se referem unicamente à unidade de tratamento. Além disso, a gestão desse tipo de sistema é facilitada, uma vez que o próprio gerador é responsável pelo sistema.

Tecnologias descentralizadas podem variar desde simples métodos biológicos até sistemas de membrana-filtração de alta tecnologia que reciclam efluentes. Tratamento descentralizado pode reduzir construções, operações e manutenções.

É uma proposta interessante no auxílio da conservação dos recursos naturais e provém uma característica ecologicamente correta o que faz deste sistema ser um atrativo para sua implantação (JORDAN & SENTHILNATHAN, 1996).

Além destas vantagens, Naphi (2004) também cita algumas:

- Não há mistura dos resíduos industriais com os domésticos;
- Utilização de tecnologias com menos investimentos em manutenção;
- Redução de custos, uma vez que não necessita de utilização de canais para o transporte dos resíduos;
- O efluente tratado está prontamente disponível para reutilização;
- Possibilidade de expansão do sistema;
- Facilidade de planejamento e execução, já que os projetos são simples e fáceis de executar, até pelo investimento financeiro;
- Possibilidade de empregar diferentes estratégias de gestão financeiramente e ambientalmente eficientes.

Crites & Tchobanoglous (1998), afirmam que as situações típicas que justificam a opção pelo método da descentralização são:

- Quando devem ser melhoradas a operação e administração de sistemas do local existente;
- Onde há falhas nos sistemas locais individuais;
- Onde a comunidade está distante dos sistemas de tratamento de esgotos existentes;
- Onde existem oportunidades para o reuso local do efluente tratado.

9.2.4.2 Tratamento Centralizado

A gestão centralizada é um conceito que tem sido implementado e utilizado como uma forma de tratar esgotos domésticos em regiões com elevada densidade populacional e urbanizadas. 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.

Normalmente, estes sistemas são de propriedade pública (SURIYACHAN et al., 2012).

O sistema centralizado é aplicado na maior parte dos países desenvolvidos ou em desenvolvimento, sendo considerada uma tecnologia consolidada para solucionar a problemática do tratamento de esgotos domésticos. Entretanto por se tratar de um sistema relativamente caro, no que se refere à implantação, operação e manutenção, este tipo de sistema não é apropriado para pequenas comunidades e/ou comunidades rurais (MASSOUD et al., 2009; SABRY, 2010). Os sistemas centralizados são fortemente dependentes de energia elétrica (LIBRALATO et al., 2012). Além disso, há utilização extensa de terra, bem como utilização de tecnologias de tratamento avançado (SURIYACHAN et al., 2012).

As desvantagens dos sistemas de tratamento de esgotos centralizados são citadas como: a elevada demanda de energia para a degradação do material carbonáceo e para a nitrificação; o “desperdício” na ordem de 20%, 5% e 90% de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente, passíveis de serem reutilizados na agricultura; a alta produção de biossólidos (lodo) e os custos referentes à sua disposição final; alto custo de operação e manutenção das redes coletoras e estações de tratamento.

9.2.4.3 Comparação entre as Alternativas

Os sistemas descentralizados são destacados por garantir o acesso ao saneamento, principalmente em regiões rurais e periurbanas, as quais ainda sofrem pela falta de saneamento adequado. Já os sistemas centralizados são construídos principalmente para atender as áreas densamente povoadas.

Sistemas de tratamento descentralizados tem se tornado uma opção sustentável para o tratamento de esgotos domésticos, não só no Brasil, mas na Europa também, principalmente por ser uma alternativa de acessibilidade em locais distantes da rede de esgoto centralizada; possibilidade de geração de bioenergia, através da transformação do material orgânico; Possibilidade de reutilização do efluente, rico em nutrientes, em práticas agrícolas; e, reaproveitamento da água (ROELEVELD e ZEEMAN, 2006; MOELANTS et. al., 2011).

Nos Estados Unidos, os incentivos em relação ao manejo dos sistemas descentralizados se dão por conta de inúmeros fatores: Proteção da saúde pública e dos mananciais hídricos locais; Valorização das propriedades; Baixo custo de manutenção; Reabastecimento de águas em aquíferos subterrâneos; Nenhuma infraestrutura cara para instalar sistema de esgoto público distinto.

Tendo em vista que a Lei Federal nº 11.445 (BRASIL, 2007), que instituiu a Política Nacional de Saneamento, apresentar como destaque entre seus objetivos, “proporcionar condições adequadas de salubridade ambiental às populações rurais e de pequenos núcleos urbanos isolados”, a adoção de sistemas descentralizados pode contribuir para a universalização do saneamento em assentamentos rurais, áreas periurbanas ou até mesmo no atendimento a populações em situação de risco em regiões urbanizadas.

O Apêndice B apresenta o mapa com as unidades que compõem os Sistemas de esgotamento sanitário do município. Cada uma dessas unidades é representada por uma figura geométrica e a cor indica a situação de cada uma delas.

9.3 REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19. ed. Washington, DC, 1995.

BRASIL. Lei Federal 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. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm>. Acesso em 4 out 2016.

CRITES, R.; TCHOBANOGLIOUS, G. *Small and Decentralized Wastewater Management Systems*. Singapore: Mc Graw Hill International Editions, 1998. 1084p.

JORDAN, E. J., and P. R. SENTHILNATHAN, *Advanced Wastewater Treatment with Integrated Membrane Biosystems*, 1996. Available from: Zenon, P.O. Box 1285, Ann Arbor, MI 48106; (303) 769-0700.

LIBRALATO, Giovanni, GHIRARDINI, Annamaria Volpi, AVEZZÙ, Francesco. To centralise or to decentralise: An overview of the most recent trends in wastewater treatment management. *Journal of Environmental Management* 94, 61-68, 2012.

MASSOUD, May A, Akram Tarhini, Joumana A. Nasr. Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries. *Journal of Environmental Management* 90, 652-659, 2009.

MOELANTS, N., SMETS, I.Y., VAN IMPE, J.F. The potential of an iron rich substrate for phosphorus removal in decentralized wastewater treatment systems. *Separation and Purification Technology* 77, 40-45, 2011.

MOUSSAVI, Gholamreza, Frarough Kazembeigib, Mehdi Farzadkiac. 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.

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

OLIVEIRA, S. M. A. C.; VON SPERLING, MARCOS. Avaliação de 166 ETEs em operação no país, compreendendo diversas tecnologias. Parte 1: Análise de desempenho. **Engenharia sanitária e ambiental**, v. 10, n. 4, p. 347-357, 2005. PACHECO, João Antonio Segabinazzi; WOLFF, Delmira Beatriz. Tratamento dos efluentes de um frigorífico por sistema australiano de lagoas de estabilização. **Disciplinarum Scientia| Naturais e Tecnológicas**, v. 5, n. 1, p. 67-85, 2016.

ROELEVELD, K.K., ZEEMAN, G. Anaerobic treatment in decentralised and source separation-based sanitation concepts. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 5:115–139, 2006.

SABRY, T. Evaluation of decentralized treatment of sewage employing Upflow Septic Tank/Baffled Reactor (USBR) in developing countries. *Journal of Hazardous Materials* 174, 500–505, 2010.

SILVA, C.E. Caracterização qualitativa dos esgotos. UFSM/CT/DHS, 2004. Disponível em <http://jararaca.ufsm.br/websites/ces/download/A1.pdf>. Acesso em 15 de outubro de 2016.

SURIYACHAN, Chamawong, NITIVATTANANON, Vilas, AMIM, A.T.M. Nurul. Potential of decentralized wastewater management for urban development: Case of Bangkok. *Habitat International* 36, 85-92, 2012.

VALENTE, José Pedro Serra; PADILHA, Pedro Magalhães; SILVA, Assunta Maria Marques. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu - SP. *Eclét. Quím.*, São Paulo, v. 22, p. 49-66, 1997.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte, UFMG. v.1., 2 ed. 1996.

10 PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS (SLUMRS)

10.1 ESTIMATIVA DAS DEMANDAS POR SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO PARA TODO O PERÍODO DO PMSB

Para mensurar as necessidades de serviços Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos (SLUMRS), foram analisados os dados obtidos no diagnóstico técnico-participativo. As projeções das demandas, por serviço, foram estimadas para o horizonte de 20 anos, considerando a definição de metas de:

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

No Quadro 10-1 é apresentado o resumo dos principais aspectos observados em cada etapa, as respectivas demandas e graus de prioridade.

Quadro 10-1 – Demandas observadas no diagnóstico de lúna.

Demanda	Dimensão da demanda	Prioridade
<p><u>Limpeza Pública:</u> Os serviços são prestados diretamente pela Secretaria de Obras, Infraestrutura e Serviços Urbanos. Não existem programas e projetos específicos para a limpeza pública como projeto de varrição contemplando mapas de varrição e medição de produtividades dos varredores. Estas lacunas fazem com que o município não tenha uma apuração quanto à efetividade dos serviços prestados e recursos utilizados.</p>	<p>Elaboração do plano de varrição que contemple mapas de varrição e medição de produtividade dos varredores.</p>	<p>Médio Prazo</p>
<p><u>Acondicionamento:</u> O município possui contenedores em quantidade adequada, mas parte da população dispõe os sacos de lixo em pontos específicos, próximos a suas residências o que favorece a criação de pontos viciados. O projeto de acondicionamento deve prever regras para todas as tipologias de resíduos, considerando pequenos e grandes geradores, bem como regras quanto a localização de pontos fixos de recebimento, mesmo que estes resíduos sejam de responsabilidade do gerador. Desta forma o município propicia uma padronização e facilita a comunicação visual por parte do usuário, bem como pela fiscalização.</p>	<p>Elaboração de projeto de acondicionamento de resíduos.</p>	<p>Curto Prazo</p>
<p><u>Coleta:</u> Não existe projeto de coleta com roteirização de forma otimizada do serviço</p>	<p>Elaboração de roteiro de Coleta</p>	<p>Curto Prazo</p>

Demanda	Dimensão da demanda	Prioridade
prestado e controle de percursos realizados, mas apenas o quadro de dias e horários da coleta.		
Transporte: Todo o transporte de RSU é realizado pela prefeitura e não existe controle de velocidade e percurso por parte do município.	Elaboração de projeto de controle de velocidade e percurso dos caminhões que realizam o transporte	Longo Prazo
Coleta seletiva: A coleta seletiva no município abrange grande parte dos bairros, porém a população não tem separado os resíduos da forma correta.	Elaboração de um projeto de coleta seletiva, adequado que abranja todo o município a sede e trabalhe educação ambiental com a população local.	Curto Prazo
Destinação final: A destinação final é feita corretamente em aterro controlado. Foi verificada a existência de catadores no aterro.	Adequação da entrada do aterro com controle de entrada de pessoas.	-
Compostagem: Não existem projetos de compostagem. A maior parte dos resíduos orgânicos é destinada para aterro sanitário.	Elaboração de um projeto de compostagem.	Curto Prazo
Inclusão social de catadores: Existe a associação de catadores devidamente formalizada no município que conta com 15 associados, a renda por associado em média é R\$ 850,00.	Elaboração de um projeto de coleta seletiva, adequado a realidade local de contar com um número adequado de catadores de materiais reaproveitáveis.	Curto Prazo
Resíduos de Construção Civil: O município realiza diretamente a gestão dos RCC gerados. Os RCC coletados são utilizados em estradas rurais.	-	-
Resíduos de Serviço de Saúde: O município faz o gerenciamento dos RSS gerados no município por meio de contratação de empresa terceirizada que coleta, transporta e dá destinação final aos resíduos. O contrato é por mês de serviço prestado e não leva em consideração a quantidade gerada o que não possibilita a avaliação real quanto ao volume gerado e o custo real que deveria ser cobrado.	Revisão do contrato e elaboração de legislação que diferencie pequeno e médio gerador.	Médio Prazo
Resíduos de responsabilidade dos geradores: O município não tem controle de gestão sobre os resíduos de responsabilidade dos geradores. Não possui legislação e instrumento normativo que indique quais atividades necessitam apresentar os Planos de Gerenciamento de Resíduos, quando licenciados pelo município ou quando são licenciados pelo órgão estadual competente, conforme a competência. Não existe sistema de informação de resíduos.	Elaborar projeto que vise adequação das estruturas do município em termos legislativos, pessoal e infraestrutura que permita o controle sobre o gerenciamento dos resíduos por parte dos geradores.	Emergencial
Resíduos com logística reversa obrigatória: O município não tem controle de gestão sobre os resíduos com logística reversa obrigatória.	Elaborar planejamento de ação em relação ao acompanhamento do cumprimento das obrigatoriedades da logística reversa pelos respectivos responsáveis.	Curto Prazo
Sistematização das informações: Na etapa de coleta de dados verificou-se que os dados não estão sistematizados.	Implantação de sistema de informação de resíduos que se integre ao SNIR.	Médio Prazo

Fonte: Autoria própria.

10.1.1 Estimar produção de resíduos e percentuais de atendimento pelo sistema de limpeza urbana

A estimativa de produção de resíduos foi calculada considerando o cenário de projeção de crescimento populacional e apresentado no Diagnóstico do PMSB.

Foram confeccionados 3 cenários de projeção:

- Pessimista: considerando o aumento da geração per capita de resíduos;
- Conservador: considerando a manutenção da geração per capita de resíduos nos valores atuais; e
- Otimista: considerando o decréscimo da geração per capita de resíduos.

A escolha do cenário dependerá das estratégias adotadas pelo município para a gestão dos resíduos sólidos e da participação da população na forma de um consumo mais consciente.

O percentual de geração de resíduos utilizado nos cálculos foi de 0,77 Kg/hab.dia e corresponde à taxa de geração per capita para município na faixa populacional 1, considerando os municípios realizam a pesagem dos RSU - SNIS-RS 2014 (SNIS, 2016). Foi considerada um aumento na taxa de geração per capita de 2,6%aa para o cenário pessimista, sem aumento para o cenário conservador e -1% para o cenário otimista.

O Potencial de RSU – Secos foi considerado como sendo 31,9% e de RSU – Úmidos foi de 51,4% e 16,7% conforme proposto no Plano Nacional de Resíduos Sólidos que está em fase de aprovação pelo Governo Federal (IPEA/2011).

Os rejeitos foram calculados como sendo a parcela do total de resíduos gerados que não são reciclados ou compostados. Portanto, terão que ser encaminhado para destinação ambientalmente correta.

Portanto, a partir da definição do cenário de referência será possível dimensionar as infraestruturas necessárias para prestação dos serviços de coleta, triagem, compostagem e disposição final dos rejeitos, dentre outros.

A prospectiva de planejamento estratégico para a gestão dos RSU será feita com base na avaliação de cenários. O Cenário populacional adotado será o cenário de crescimento médio apresentado no Diagnóstico do PMSB.

Quanto à de Gestão de resíduos foram definidos três cenários, sendo estes: pessimista, médio e otimista.

- Cenário 1 – Crescimento Populacional Médio, taxa de geração per capita estável e Cenário de Gestão de Resíduos sólidos Pessimista
- Cenário 2 – Crescimento Populacional Médio, taxa de geração per capita estável e Cenário de Gestão de Resíduos sólidos médio
- Cenário 3 – Crescimento Populacional Médio, taxa de geração per capita estável e Cenário de Gestão de Resíduos sólidos otimista

A definição do cenário ideal ou aplicável no município irá permitir o dimensionamento do sistema, seja nas medidas estruturantes como as infraestruturas, quanto nas estruturais como mobilização social e capacitação para a gestão do sistema.

Nos Quadros 10-2 e 10-3 são apresentadas as metas de alcance das taxas de materiais recicláveis na parcela de RSU - Secos e as metas de alcance das taxas de materiais compostáveis na parcela de RSU – Úmidos.

Quadro 10-2 – Metas de alcance das taxas de materiais recicláveis na parcela de RSU - Secos

Cenário	Metas / Ano					
	2017	2020	2025	2030	2035	2037
Cenário pessimista	5%	10%;	15%	20%	30%	30%
Cenário médio	5%	20%	40%	60%	80%	80%
Cenário otimista	5%	25%	50%	75%	100%	100%

Fonte: Autoria própria.

Quadro 10-3 – Metas de alcance das taxas de materiais compostáveis na parcela de RSU - Úmidos

Cenários	Metas / Ano					
	2015	2020	2025	2030	2035	2037
Cenário pessimista	2%	5%;	7,5%	10%	15%	15%
Cenário médio	2%	5%	10%	20%	30%	30%
Cenário otimista	2%	10%	20%	30%	40%	40%

Fonte: Autoria própria.

As Tabelas 10-1 a 10-3 apresentam as estimativas de geração de RSU e previsão de atendimento pelo SMLPU para os Cenários 1, 2 e 3 respectivamente.

Tabela 10-1 - Estimativa de geração de RSU e previsão de atendimento pelo SMLPU – Cenário 1.

Ano	População	Geração per capita de Resíduos (kg/hab.dia) Projetado	Geração total de RSU (t/ano)	Potencial de RSU - secos (t/ano)	Potencial de RSU - úmidos (t/ano)	Potencial de RSU - rejeitos (t/ano)
				31,9% dos RSU ^(b)	51,4 % dos RSU ^(b)	16,7 % dos RSU ^(b)
	A	B ^(a) = 0,77(1,026) ⁿ	C = A*B	D = 31,9% C	E= 51,4%C	F = 16,7%C
2015	27.906	0,77	7.735,54	2.467,64	3.976,07	1.291,84
2017	28.158	0,81	8.216,68	2.621,12	4.223,37	1.372,19
2020	28.542	0,88	8.995,27	2.869,49	4.623,57	1.502,21
2025	29.071	1,00	10.416,62	3.322,90	5.354,14	1.739,58
2030	29.453	1,13	11.998,67	3.827,58	6.167,32	2.003,78
2035	29.684	1,29	13.748,74	4.385,85	7.066,85	2.296,04
2036	29.708	1,32	14.117,61	4.503,52	7.256,45	2.357,64
2037	29.731	1,35	14.495,88	4.624,19	7.450,88	2.420,81
2015/2037 (%)	8,83	75,89	87,39	87,39	87,39	87,39

Nota:

a) 0,77 corresponde à taxa de geração per capita para município na faixa populacional 1, considerando os municípios realizam a pesagem dos RSU - SNIS-RS 2014 (SNIS, 2016). Foi considerado um aumento na taxa de geração per capita de 2,6%aa.

b) Percentuais de 31,9% de secos e 51,4% de úmidos e 16,7% de rejeitos segundo PNRS (Brasil, 2012).

Fonte: Autoria própria.

Tabela 10-2 - Estimativa de geração de RSU e previsão de atendimento pelo SMLPU – Cenário 2.

Ano	População	Geração per capita de Resíduos (kg/hab.dia) Projetado	Geração total de RSU (t/ano)	Potencial de RSU - secos (t/ano)	Potencial de RSU - úmidos (t/ano)	Potencial de RSU - rejeitos (t/ano)
				31,9% dos RSU ^(b)	51,4 % dos RSU ^(b)	16,7 % dos RSU ^(b)
	A	B ^(a) = 0,77	C = A*B	D = 31,9% C	E= 51,4%C	F = 16,7%C
2015	27.906	0,77	7.735,54	2.467,64	3.976,07	1.291,84
2017	28.158	0,77	7.805,52	2.489,96	4.012,04	1.303,52
2020	28.542	0,77	7.911,84	2.523,88	4.066,69	1.321,28
2025	29.071	0,77	8.058,48	2.570,66	4.142,06	1.345,77
2030	29.453	0,77	8.164,37	2.604,43	4.196,49	1.363,45
2035	29.684	0,77	8.228,40	2.624,86	4.229,40	1.374,14
2036	29.708	0,77	8.235,06	2.626,98	4.229,40	1.375,25
2037	29.731	0,77	8.241,43	2.629,02	4.229,40	1.376,32
2015/2037 (%)	8,83	0,00	6,54	6,54	6,37	6,54

Nota:

a) 0,77 corresponde à taxa de geração per capita para município na faixa populacional 1, considerando os municípios realizam a pesagem dos RSU - SNIS-RS 2014 (SNIS, 2016). Foi considerado que a taxa de geração per capita se mantém estável em 0,77.

b) Percentuais de 31,9% de secos e 51,4% de úmidos e 16,7% de rejeitos segundo PNRS (Brasil, 2012).

Fonte: Autoria própria.

Tabela 10-3 - Estimativa de geração de RSU e previsão de atendimento pelo SMLPU – Cenário 3.

Ano	População	Geração per capita de Resíduos (kg/hab.dia) Projetado	Geração total de RSU (t/ano)	Potencial de RSU - secos (t/ano)	Potencial de RSU - úmidos (t/ano)	Potencial de RSU - rejeitos (t/ano)
				31,9% dos RSU ^(b)	51,4 % dos RSU ^(b)	16,7 % dos RSU ^(b)
				D = 31,9% C	E= 51,4%C	F = 16,7%C
	A	B ^(a) = 0,77(0,99) ⁿ	C = A*B			
2015	27.906	0,77	7.735,54	2.467,64	3.976,07	1.291,84
2017	28.158	0,75	7.650,19	2.440,41	3.932,20	1.277,58
2020	28.542	0,73	7.524,08	2.400,18	3.867,38	1.256,52
2025	29.071	0,70	7.287,95	2.324,85	3.746,00	1.217,09
2030	29.453	0,66	7.021,84	2.239,97	3.609,22	1.172,65
2035	29.684	0,63	6.730,07	2.146,89	3.459,26	1.123,92
2036	29.708	0,62	6.668,16	2.127,14	3.459,26	1.113,58
2037	29.731	0,62	6.606,58	2.107,50	3.459,26	1.103,30
2015/2037 (%)	8,83	-19,84	-14,59	-14,59	-13,00	-14,59

Nota:

a) 0,77 corresponde à taxa de geração per capita para município na faixa populacional 1, considerando os municípios realizam a pesagem dos RSU - SNIS-RS 2014 (SNIS, 2016). Foi considerado que a taxa de geração per capita reduz 1%a.a.

b) Percentuais de 31,9% de secos e 51,4% de úmidos e 16,7% de rejeitos segundo PNRS (Brasil, 2012).

Fonte: Autoria própria.

10.1.2 Estimativas anuais dos volumes de produção de resíduos sólidos

Para o cálculo do volume foram considerados os pesos específicos aparente das parcelas dos RSU. O peso específico aparente da parcela de recicláveis foi considerado como sendo 65 kg/m^3 (BASSANI, 2011). O peso específico aparente da parcela de compostável e dos rejeitos foi considerado como sendo de 230 kg/m^3 (IBAM, 2001). As projeções anuais de volume foram estimadas com base no cenário médio das metas de alcance das taxas de materiais recicláveis na parcela de RSU - Secos e as metas de alcance das taxas de materiais compostáveis na parcela de RSU – Úmidos apresentadas acima.

Tabela 10-4 - Estimativa anual de volume de RSU – Cenário 1.

Ano	Geração total de RSU (t/ano)	Potencial de RSU - secos (t/ano)	Potencial de Recicláveis (t/ano) ^(b)	Estimativa anual de volume de recicláveis	Potencial de RSU - úmidos (t/ano)	Potencial de material compostável (t/ano) ^(c)	Estimativa anual de volume de materiais compostáveis	Potencial de RSU - rejeitos (t/ano)	Estimativa anual de volume de rejeitos
		31,9% dos RSU ^(d)	X = 5% (2015) ; 10% (2020); 30% (2025); 60% (2030); 80% (2035)	PEA (65Kg/m ³) ^(e)	51,4 % dos RSU ^(d)	Z = 2% (2015) ; 5% (2020); 20% (2025); 40% (2030); 60% (2035)	PEA (65Kg/m ³) ^(e)		PEA (65Kg/m ³) ^(e)
	C = A*B	D = 31,9% C	E = x%*D	F = E*1000/65	G = 51,4%*C	H = Z%*F	I = H*1000/230	J = C - E - H	K = J*1000/230
2015	7.735,54	2.467,64	123,38	1.898,18	3.976,07	79,52	345,75	7.532,64	32.750,61
2017	8.216,68	2.621,12	131,06	2.016,25	4.223,37	84,47	367,25	8.001,16	34.787,64
2020	8.995,27	2.869,49	286,95	4.414,60	4.623,57	231,18	1.005,12	8.477,15	36.857,16
2025	10.416,62	3.322,90	996,87	15.336,47	5.354,14	1.070,83	4.655,78	8.348,92	36.299,65
2030	11.998,67	3.827,58	2.296,55	35.331,47	6.167,32	2.466,93	10.725,77	7.235,20	31.457,39
2035	13.748,74	4.385,85	3.508,68	53.979,66	7.066,85	4.240,11	18.435,27	5.999,95	26.086,74
2036	14.117,61	4.503,52	3.508,68	53.979,66	7.256,45	4.353,87	18.929,88	6.255,06	27.195,92
2037	14.495,88	4.624,19	3.508,68	53.979,66	7.450,88	4.470,53	19.437,09	6.516,67	28.333,37
2015/2037 (%)	87,39	87,39	2.743,75	2.743,75	87,39	5.521,80	5.521,80	-13,49	-13,49

Nota:

a) 0,77 Corresponde à taxa de geração per capita para município com faixa populacional 1 considerando os municípios que utilizam balança - SNIS-RS 2014 (SNIS, 2016). Foi considerado um aumento na taxa de geração per capita de 2,6%aa.

b) Metas para coleta seletiva municipal: 2020 - 10%; 2025 - 30%; 2030 - 60%; 2035 - 80%.

c) Metas para a compostagem municipal: 2020 - 5%; 2025 - 20%; 2030 - 40%; 2035 - 60%.

d) Percentuais de 31,9% de secos e 51,4% de úmido segundo PNRS (Brasil, 2012).

e) PEA – Peso Específico Aparente.

Fonte: Autoria própria.

Tabela 10-5 - Estimativa anual de volume de RSU – Cenário 2.

Ano	Geração total de RSU (t/ano)	Potencial de RSU - secos (t/ano)	Potencial de Recicláveis (t/ano) ^(b)	Estimativa anual de volume de recicláveis	Potencial de RSU - úmidos (t/ano)	Potencial de material compostável (t/ano) ^(c)	Estimativa anual de volume de materiais compostáveis	Potencial de RSU - rejeitos (t/ano)	Estimativa anual de volume de rejeitos	
		31,9% dos RSU ^(d)	X = 5% (2015) ; 10% (2020); 30% (2025); 60% (2030); 80% (2035)	PEA (65Kg/m ³) ^(e)	51,4 % dos RSU ^(d)	Z = 2% (2015) ; 5% (2020); 20% (2025); 40% (2030); 60% (2035)	PEA (65Kg/m ³) ^(e)		PEA (65Kg/m ³) ^(e)	
		C = A*B	D = 31,9% C	E = x%*D	F = E*1000/65	G = 51,4%*C	H = Z%*F	I = H*1000/230	J = C - E - H	K = J*1000/230
2015	7.735,54	2.467,64	123,38	1.898,18	3.976,07	79,52	345,75	7.532,64	32.750,61	
2017	7.805,52	2.489,96	124,50	1.915,35	4.012,04	80,24	348,87	7.600,78	33.046,87	
2020	7.911,84	2.523,88	252,39	3.882,89	4.066,69	203,33	884,06	7.456,12	32.417,91	
2025	8.058,48	2.570,66	771,20	11.864,56	4.142,06	828,41	3.601,79	6.458,87	28.082,06	
2030	8.164,37	2.604,43	1.562,66	24.040,93	4.196,49	1.678,59	7.298,24	4.923,12	21.404,85	
2035	8.228,40	2.624,86	2.099,89	32.305,98	4.229,40	2.537,64	11.033,22	3.590,88	15.612,50	
2036	8.235,06	2.626,98	2.099,89	32.305,98	4.232,82	2.539,69	11.042,14	3.595,48	15.632,51	
2037	8.241,43	2.629,02	2.099,89	32.305,98	4.236,10	2.541,66	11.050,69	3.599,89	15.651,68	
2015/2037 (%)	6,54	6,54	1.601,94	1.601,94	6,54	3.096,19	3.096,19	-52,21	-52,21	

Nota:

a) 0,77 Corresponde à taxa de geração per capita para município com faixa populacional 1 considerando os municípios que utilizam balança - SNIS-RS 2014 (SNIS, 2016). Foi considerado que a taxa de geração per capita se mantém estável em 0,77.

b) Metas para coleta seletiva municipal: 2020 - 10%; 2025 - 30%; 2030 - 60%; 2035 - 80%.

c) Metas para a compostagem municipal: 2020 - 5%; 2025 - 20%; 2030 - 40%; 2035 - 60%.

d) Percentuais de 31,9% de secos e 51,4% de úmido segundo PNRS (Brasil, 2012).

e) PEA – Peso Específico Aparente.

Fonte: Autoria própria.

Tabela 10-6 - Estimativa anual de volume de RSU – Cenário 3..

Ano	Geração total de RSU (t/ano)	Potencial de RSU - secos (t/ano)	Potencial de Recicláveis (t/ano) ^(b)	Estimativa anual de volume de recicláveis	Potencial de RSU - úmidos (t/ano)	Potencial de material compostável (t/ano) ^(c)	Estimativa anual de volume de materiais compostáveis	Potencial de RSU - rejeitos (t/ano)	Estimativa anual de volume de rejeitos
		31,9% dos RSU ^(d)	X = 5% (2015) ; 10% (2020); 30% (2025); 60% (2030); 80% (2035)	PEA (65Kg/m ³) ^(e)	51,4 % dos RSU ^(d)	Z = 2% (2015) ; 5% (2020); 20% (2025); 40% (2030); 60% (2035)	PEA (65Kg/m ³) ^(e)		PEA (65Kg/m ³) ^(e)
	C = A*B	D = 31,9% C	E = x%*D	F = E*1000/65	G = 51,4%*C	H = Z%*F	I = H*1000/230	J = C - E - H	K = J*1000/230
2015	7.735,54	2.467,64	123,38	1.898,18	3.976,07	79,52	345,75	7.532,64	32.750,61
2017	7.650,19	2.440,41	122,02	1.877,24	3.932,20	78,64	341,93	7.449,52	32.389,23
2020	7.524,08	2.400,18	240,02	3.692,59	3.867,38	193,37	840,73	7.090,70	30.829,11
2025	7.287,95	2.324,85	697,46	10.730,10	3.746,00	749,20	3.257,39	5.841,29	25.396,91
2030	7.021,84	2.239,97	1.343,98	20.676,61	3.609,22	1.443,69	6.276,91	4.234,17	18.409,42
2035	6.730,07	2.146,89	1.717,51	26.423,29	3.459,26	2.075,55	9.024,15	2.937,00	12.769,58
2036	6.668,16	2.127,14	1.717,51	26.423,29	3.427,43	2.056,46	8.941,13	2.894,18	12.583,40
2037	6.606,58	2.107,50	1.717,51	26.423,29	3.395,78	2.037,47	8.858,57	2.851,60	12.398,26
2015/2037 (%)	-14,59	-14,59	1.292,03	1.292,03	-14,59	2.462,17	2.462,17	-62,14	-62,14

Nota:

a) 0,77 Corresponde à taxa de geração per capita para município com faixa populacional 1 considerando os municípios que utilizam balança - SNIS-RS 2014 (SNIS, 2016). Foi considerado que a taxa de geração per capita reduz 1%a.a.

b) Metas para coleta seletiva municipal: 2020 - 10%; 2025 - 30%; 2030 - 60%; 2035 - 80%.

c) Metas para a compostagem municipal: 2020 - 5%; 2025 - 20%; 2030 - 40%; 2035 - 60%.

d) Percentuais de 31,9% de secos e 51,4% de úmido segundo PNRS (Brasil, 2012).

e) PEA – Peso Específico Aparente.

Fonte: Autoria própria.

10.1.3 Proposição de formas de coleta e transporte dos resíduos sólidos

10.1.3.1 Coleta

A coleta consiste em recolher os resíduos sólidos devidamente acondicionados por quem os produziu para que sejam encaminhados, mediante transporte adequado, a uma possível estação de transbordo ou a destinação final.

Os sistemas de coleta existem são diferentes, devido ao tipo de recolhimento, a tecnologia aplicada na operação e a característica do material recolhido.

Coleta convencional

A coleta convencional consiste no recolhimento regular dos resíduos sólidos a partir de um roteiro previamente dimensionado, sendo realizado por caminhões compactadores.

Para a execução dos serviços a coleta convencional de Resíduos Sólidos Urbanos pode ser realizada, com a utilização dos seguintes equipamentos:

- Caminhões dotados de equipamentos coletores compactadores de resíduos com capacidade de até 15m³ (quinze metros cúbicos) de resíduos;
- Caminhão toco equipado com coletor compactador de até 15m³ com dispositivo para basculamento de contêiner.
- Multicarga Roll-On/Off - Destinados a transportar as caixas estacionárias Roll-On/Off que acondicionam resíduos em grande volume.
- **Poli guindaste** – Utilizados para a movimentação e transporte de caixas brooks.
- Contêineres (ou caçambas estacionárias) - A coleta dos resíduos depositados nos contêineres deverá ser realizada por veículo coletor compactador equipado com dispositivo hidráulico. Estes dispositivos efetuam a elevação dos contêineres e o basculamento dos resíduos contidos, para o interior de compartimentos de carga instalados nos veículos coletores.

- Caixas estacionárias **Roll-on/off** – Para acondicionamento de resíduos volumosos, madeira, podas de árvores, ou resíduos em grande quantidade. São transportadas por veículo Roll-on/off através de viagem exclusiva.
- **Caçamba estacionária tipo Brooks** - São adequadas para o acondicionamento e a coleta de resíduo com muito peso e sem condições de compactação.

Coleta seletiva

A coleta seletiva é um sistema de recolhimento de materiais recicláveis, tais como papéis, plásticos, vidros e metais previamente separados na fonte geradora (CEMPRE, 2010).

Dentre os tipos de coleta, a seletiva tem sido apresentada como uma das melhores soluções para a redução do resíduo sólido urbano, além de melhorar a qualidade dos resíduos a serem reciclados.

O programa de coleta seletiva apresenta duas modalidades básicas: os postos de entrega voluntária (PEV's) e a coleta porta a porta, que serão descritos a seguir.

Porta a porta

O caminhão de coleta passa de “porta em porta” recolhendo somente resíduos secos. Este é o modelo de coleta seletiva mais adotado, tendo apenas por barreira a questão de custos.

Nesta modalidade o veículo coletor percorre as vias públicas estabelecidas no roteiro, recolhendo os materiais previamente separados, dispostos em frente aos domicílios e estabelecimentos comerciais em dias específicos. Os dias e horários da coleta são fixados e programados de acordo com a geração de resíduos de cada grupo. Neste tipo de coleta a população não precisa se deslocar para realizar o depósito dos materiais recicláveis.

É importante que a população seja devidamente orientada para que somente sejam separados, como resíduo seco, os materiais que possam ser comercializados, evitando despesas adicionais com o transporte e manuseio de rejeitos.

Na coleta porta a porta preferencialmente, deverão ser utilizados veículos sem dispositivos de compactação, que não misturam os materiais e facilitam a operação de triagem, com carrocerias que possibilitem o transporte de materiais volumosos. Como os materiais recicláveis possuem peso específico reduzido, recomenda-se que os veículos coletores sejam equipados com sobre guardas altas ou fechados com tela formando uma “gaiola”. Dessa forma, aumenta significativamente a capacidade de carga e evita os inconvenientes do espalhamento de materiais leves durante o deslocamento (FUZARO;RIBEIRO, 2007).

Após a coleta, os materiais recicláveis são transportados para uma unidade de triagem, para que seja feita uma classificação criteriosa dos materiais, por categoria, tipo e cor, visando a agregação de valor para posterior comercialização.

Pontos de Entrega Voluntária – PEV’s

Pontos de Entrega Voluntária (PEV’s) são instalações nos quais os resíduos recicláveis, previamente separados nos domicílios, são depositados aguardando o serviço de coleta. A população, voluntariamente, realiza o descarte dos materiais recicláveis (secos) separados nas fontes geradoras.

Em alguns casos, esta forma de coleta seletiva, funciona como alternativa complementar ao sistema porta a porta. Esta forma de coleta é adotada em locais que há grande produção de resíduos, fluxo intenso de pessoa ou quando se deseja aliviar o armazenamento doméstico semanal (LOREGAZZI, 2004).

Nesses locais podem ser instalados recipientes diversos para acondicionamento dos recicláveis, como por exemplo, contêineres, latões de 200 litros, caixas metálicas, ou outro tipo de recipiente, desde que sejam pintados nas cores padronizadas para cada tipo de material e atendam às exigências de capacidade e função. Uma boa opção tem sido a utilização de recipientes construídos com telas metálicas que possibilitam a visualização de seu conteúdo. Esse fato tende a facilitar à população o relacionamento dos contêineres com seu conteúdo, além de inibir a deposição equivocada de materiais (FUZARO; RIBEIRO, 2007).

A coleta é realizada em cada contêiner, antes que ele fique cheio, por meio de um veículo exclusivo e adequado a coleta seletiva, e a descarga é feita em local onde os resíduos serão classificados e enfardados para posterior comercialização.

Quando são utilizados PEV's, a coleta dos materiais pode ser realizada com veículos idênticos àqueles utilizados no sistema porta-a-porta. Contudo, deve-se considerar o esforço físico a ser exigido dos coletores, principalmente nas operações de levantamento e esvaziamento de recipientes muito pesados podendo ser necessária a utilização de veículos equipados com guincho. Nesses casos, o número de funcionários a serem utilizados deve ser determinado em função das exigências do equipamento de coleta (FUZARO; RIBEIRO, 2007).

Pontos de entrega voluntária associados com logística reversa

São centrais de recebimento de resíduos secos e tende a ser a alternativa viável para aperfeiçoar a utilização de Pontos de Entrega Voluntária (PEV's), utilizando as enormes possibilidades abertas pela gestão compartilhada que obriga fabricantes, importadores, distribuidores e varejistas, a juntamente com o poder público e a comunidade, viabilizar todos os mecanismos necessários para atender a legislação e inclusive viabilizar novos nichos de mercado e novos negócios que vão tomar forma.

10.1.3.2 Transportes

O transporte é caracterizado pela atividade de condução dos resíduos coletados até o local de tratamento ou disposição final. Essa atividade pode gerar grande impacto nos custos do sistema caso o destino final se localize a uma grande distância do município.

O transporte deve ser feito por meio de equipamento adequado, obedecendo às regulamentações pertinentes.

Para o transporte de resíduos sólidos, são utilizados diferentes tipos de veículos, como:

- Multicarga Roll-On/Off - Destinados a transportar as caixas estacionárias Roll-On/Off que acondicionam resíduos em grande volume.

- **Caminhões Coletores** – São compactadores de resíduos equipados com dispositivos para operação de diversos tipos de containers metálicos e plásticos.
- **Poli guindaste** – Utilizados para a movimentação e transporte de caixas brooks.

10.1.3.3 Transbordos

São locais intermediários de destinação dos resíduos coletados, criados em função da considerável distância entre a área de coleta e a destinação final. As Estações de Transbordo, portanto, são locais onde o resíduo é descarregado dos caminhões compactadores por um curto período de tempo para posteriormente, serem transportados por veículos maiores, com o objetivo de otimizar o transporte, até o seu destino final.

A etapa de transporte passa por duas fases: das rotas de coletas até a estação de transferência e, desta, até o seu destino final, e quando não houver necessidade da estação de transferência, onde pequenas distâncias são percorridas até o ponto de destinação final dos resíduos, haverá apenas uma fase: das rotas de coletas até o destino final.

As estruturas das estações de transbordo devem ser providas de caixas estacionárias **Roll-on/off de grande capacidade para o acondicionamento dos RSU** são transportadas por veículo Roll-on/off através de viagem exclusiva.

O Quadro 10-4 apresenta a projeção do atendimento dos serviços de coleta e transporte no município.

Quadro 10-4 – Projeção do atendimento dos serviços de coleta e transporte

Atividade	Realiza? (sim/não)	Quem realiza	Que equipamento possui	Projeção (ou seja, como deverá ficar no futuro)
Coleta Convencional	Sim	Prefeitura Municipal	02 caminhões compactadores	Universalização do serviço de coleta convencional com elaboração de projeto visando o redimensionamento da frota existente para atendimento da sede e distritos, plano de coleta e roteirização.
Coleta Seletiva	Sim	Associação de Catadores	01 caminhão baú	Implantação progressiva de coleta seletiva, com elaboração de projeto com

Atividade	Realiza? (sim/não)	Quem realiza	Que equipamento possui	Projeção (ou seja, como deverá ficar no futuro)
		de Materiais Recicláveis de Lúna		definição da forma de operação e equipamentos necessários.
RCC	Sim	Prefeitura Municipal	04 caminhões basculantes	Definição dos critérios para definição quanto a classificação de Pequeno e grande gerador de RCC, com elaboração de projeto de coleta, tratamento e destinação final dos RCC dos pequenos geradores e definição de procedimentos para os grandes geradores.
RSS	Sim	Empresa terceirizada	01 furgão	Elaboração de Plano de Gerenciamento de RSS para as unidades de saúde municipais, incluindo o transporte. Estabelecimento de procedimento repassando ao gerador a responsabilidade pelo custeio do transporte e destinação final dos RSS.
Transbordo	Não	Prefeitura Municipal	-	Construção da Estação de Transbordo Municipal ou Conclusão das Estações de Transbordo do Programa ES Sem Lixão.

Fonte: Autoria própria.

10.1.4 Pontos de Apoio ao Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos

Inúmeros problemas do sistema de limpeza urbana estão associados à insuficiência operacional da prestação dos serviços. Citam-se como exemplos o acúmulo de resíduos domiciliares por falta de coleta, resíduos de construção civil e de podas abandonados em terrenos baldios ou usados para aterramento, e o mau estado de conservação de vias urbanas por conta de uma limpeza e varrição insuficiente (Prefeitura Municipal de Nova Aurora, 2013).

Podemos citar como exemplo de ponto de apoio os Pontos de entrega voluntária de materiais recicláveis (PEV), Pontos de entrega de RCC dos pequenos geradores e de volumoso (Ecopontos) e pontos de apoio à às Guarnições e Frentes de Trabalho.

A seguir iremos destacar critérios técnicos para a escolha de locais para a instalação destes pontos de apoio com vistas a atender a população de forma adequada, dentro das regras de segurança e saúde.

10.1.4.1 Ecopontos

A geração elevada de RCC e volumosos, a falta de local adequado para destinar estes resíduos e o descarte inadequado por parte dos geradores acaba por gerar um grande número de áreas degradadas, na forma de bota-foras clandestinos ou de deposições irregulares. Esses problemas são comuns, principalmente, em bairros periféricos de menor renda, onde o número de áreas livres é maior. Como frequência, a disposição irregular destes resíduos compromete a estabilidade de encostas e comprometem a drenagem urbana (CAIXA, 2005)

O serviço público de coleta prestado para a captação dos pequenos volumes necessita ser organizado de forma a atender a toda a área urbanizada, com a instalação de pontos de entrega voluntária nos bairros, estabelecidos de acordo com "bacias de captação", zonas homogêneas que atraiam a maior parcela possível do RCD gerado em sua área de abrangência (CAIXA, 2005).

São características importantes dessas Áreas Públicas de Transbordo e Triagem:

- Receberão exclusivamente resíduos originados da ação pública;
- Todos os resíduos recebidos nessas áreas serão integralmente triados, para posterior deslocamento à destinação adequada, em obediência à Política Nacional de Resíduos e à NBR 15.112/2004;
- Cumprirão a função planejada por tempo pré-determinado, até a consolidação do papel dos Pontos de Entrega nos bairros aos quais darão atendimento.

Segundo a NBR 15.112/2004 (ABNT) - "Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos - os Ecopontos, ou pontos de entrega voluntária, de resíduos volumosos.

Os Ecopontos devem ser áreas licenciadas para transbordo e triagem de pequeno porte, destinada ao recebimento de pequenas quantidades de resíduos volumosos, resíduos da construção civil, podas e ainda materiais recicláveis.

O projeto de cada ponto de entrega deve seguir os ditames da NBR 15.112:2004 e incorporar os seguintes aspectos:

- Prever a colocação de uma cerca viva nos limites da área, para reforçar a imagem de qualidade ambiental do equipamento público;
- Diferenciar os espaços para a recepção dos resíduos que tenham de ser triados (resíduos da construção, resíduos volumosos, resíduos secos da coleta seletiva etc.), para que a remoção seja realizada por circuitos de coleta, com equipamentos adequados a cada tipo de resíduo (ver quadro);
- Aproveitar desnível existente, ou criar um platô, para que a descarga dos resíduos pesados — resíduos da construção — seja feita diretamente no interior de caçambas metálicas estacionárias;
- Garantir os espaços corretos para as manobras dos veículos que utilizarão a instalação — como pequenos veículos de geradores e coletores, além dos veículos de carga responsáveis pela remoção posterior dos resíduos acumulados;
- Preparar placa, totem ou outro dispositivo de sinalização que informe à população do entorno e a eventuais passantes sobre a finalidade dessa instalação pública, como local correto para o descarte do RCD, de resíduos volumosos, da coleta seletiva e da logística reversa.

Segundo a NBR 15.112/2004 (ABNT), alguns critérios e aspectos técnicos devem ser observados na implantação de Ecopontos, tais como:

- Isolamento da área através de cercamento do perímetro da área de operação, de maneira a controlar a entrada de pessoas e animais;
- Identificação visível e descritiva das atividades desenvolvidas;
- Equipamentos de proteção individual, proteção contra descargas atmosféricas e de combate a incêndio;
- Sistemas de proteção ambiental, como forma de controlar a poeira, ruídos;
- Sistemas de drenagem superficial e revestimento primário do piso das áreas de acesso, operação e estocagem, utilizável em qualquer condição climática.

Ainda, destacam-se as seguintes diretrizes de operação citadas pela NBR 15.112/04 (ABNT):

- Restrição de recebimento de cargas de resíduos da construção civil constituídas predominantemente por resíduos de classe D;
- Triagem, classificação e acondicionamento em locais diferenciados de todo o resíduo recebido; destinação adequada dos rejeitos;
- Evitar o acúmulo de material não triado;
- Resíduos volumosos devem ter como destino a reutilização, reciclagem, armazenamento ou disposição final.

10.1.4.2 Locais de Entrega Voluntária – LEV`s

De maneira complementar e similar aos Ecopontos, os Pontos de Entrega Voluntária – PEV locais dotados de caçambas, contêineres ou conjunto de recipientes devidamente identificados para o depósito de resíduos segregados pelos próprios geradores.

A utilização de postos de entrega voluntária implica em uma maior participação da população. Os veículos de coleta não se deslocam de domicílio em domicílio. A própria população, suficientemente motivada, deposita seus materiais recicláveis em pontos predeterminados pela administração pública, onde são acumulados para remoção posterior (São Paulo, 2014).

Os PEVs podem ter constituição muito variada, dependendo dos recursos disponíveis. Normalmente são formados por conjuntos de recipientes plásticos ou metálicos, como latões de 200 litros e contêineres, ou de alvenaria, formando pequenas caixas ou baias, onde os materiais são depositados. Esses recipientes, que devem atender às exigências de capacidade e função, são identificados por cores, seguindo as normas internacionais, e devem ser protegidos das chuvas e demais intempéries por uma pequena cobertura (Fuzaro e Ribeiro, 2005).

Estas unidades de pequeno porte devem ser instaladas em pontos estratégicos da municipalidade, em geral locais com grande fluxo de pessoas e de fácil acesso para carga ou descarga. A Resolução CONAMA 275/2001 apresentam padrões para identificação destes recipientes, conforme apresenta o Quadro 10-5.

Quadro 10-5 – Padrão de cores para identificação de recipientes para descarte seletivo de resíduos.

Tipo de Resíduo	Cor
Papel e papelão	Azul
Plástico	Vermelho
Vidro	Verde
Metal	Amarelo
Madeira	Preto
Resíduos Perigosos	Laranja
Resíduos Ambulatoriais de Serviços de Saúde	Branco
Resíduos Radioativos	Roxo
Resíduos orgânicos	Marrom
Resíduos gerais não-recicláveis	Cinza

Fonte: BRASIL (2001).

Para um bom dimensionamento físico dos PEV devem ser considerados fatores como os principais tipos de resíduos gerados na área de abrangência e a disponibilidade e frequência com que se realizará a coleta. Com vistas à facilidade de manutenção e conservação da unidade, recomenda-se que a unidade seja protegida da chuva.

Outro aspecto técnico a ser observado é referente às aberturas para deposição dos resíduos, que devem estar a uma altura compatível com o público alvo da localidade instalada. Em situações onde o público alvo é predominantemente infantil (em escolas, por exemplo), estas aberturas devem estar a uma altura reduzida.

O Quadro 10-6 apresenta um resumo de aspectos positivos e negativos da utilização de PEV.

Quadro 10-6 – Resumo de aspectos positivos e negativos da utilização de PEV's.

Positivos	Negativos
Maior Facilidade na coleta e redução de custos	Não permite a identificação dos domicílios participantes
Otimiza percursos e frequências, especialmente em bairros com baixa densidade populacional, evitando trechos improdutivos na coleta porta a porta;	Necessita, em alguns casos, de equipamento especial para coleta.
	Demanda maior disposição da população, que precisa se deslocar até o PEV
Permite a exploração da estrutura do PEV para publicidade, eventual patrocínio, ou mesmo para a Educação Ambiental.	Suscetível ao vandalismo
Permite a exploração do espaço do PEV para publicidade e eventual obtenção de patrocínio;	Exige manutenção e limpeza;
Permite a separação e descarte dos recicláveis por tipos, dependendo do estímulo educativo e do tipo de container, o que facilita a triagem posterior	Não permite a avaliação da adesão da comunidade ao hábito de separar materiais.

Fonte: Prefeitura Municipal de Nova Aurora (2013).

10.1.4.3 Definição das áreas e locais para implantação

As primeiras áreas a serem beneficiadas com a coleta seletiva são muito importantes, pois funcionarão como áreas de teste. É necessário que as populações dessas áreas de teste sejam informadas sobre os estudos e experimentações que serão realizados, evitando que cada alteração ganhe a conotação de “falha”, pondo em risco a credibilidade do Sistema (Fuzaro e Ribeiro, 2005). Bringhenti et al (2004) elencaram também algumas condições mínimas necessárias para a escolha dos locais onde serão instalados os PEV'S, tais como:

- Facilidade para o estacionamento de veículos.
- Local escolhido deve ser público, visando garantir o livre acesso dos participantes.
- Entorno dos PEV'S não pode estar sujeito a alagamentos.
- As condições de iluminação do local devem propiciar relativa segurança para a população usuária e a possibilitar o recolhimento do material reciclável em horários noturnos.

Na escolha das áreas de implantação, deverão ser considerados fatores como (Fuzaro e Ribeiro, 2005):

- Nível de conscientização da população, resultante de outras atividades anteriormente desenvolvidas;
- Existência de escolas que já venham realizando trabalhos de parceria por intermédio de seus alunos;
- Possibilidade da colaboração de entidades de classe, líderes e representantes de bairros;
- Facilidade de acesso;
- Possibilidade de definição clara dos limites da área para permitir avaliações posteriores;
- Compatibilidade das dimensões das áreas com os recursos disponíveis; configuração do sistema viário, de modo a facilitar o planejamento dos roteiros de coleta e outros.

10.1.4.4 Pontos de Apoio às Guarnições e Frentes de Trabalho

A falta de legislação com dispositivos legais específicos que tratem do conforto e de normas de higiene e segurança do trabalho para os sistemas de saneamento, dentre eles a limpeza urbana, faz com que os trabalhadores estejam sujeitos às normativas genéricas, que não tratam da peculiaridade de suas atividades - muitas vezes executadas em longas áreas do perímetro urbano, em locais extremamente insalubres, como aterros sanitários e sujeitos às diversas intempéries (Prefeitura Municipal de Nova Aurora, 2013).

Dentre as Normas Regulamentadoras da Higiene e Segurança do Trabalho, destaca-se (com vistas a contribuir com os serviços de limpeza) a NR 24 - “Condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho”.

Esta normativa apresenta diretrizes e exigências que garantem o conforto e boas condições de trabalhadores envolvidos em diversos tipos de atividades. Entretanto, como já observado, esta normativa apresenta diretrizes de cunho geral, mas que podem ser adaptadas e adequadas aos serviços de limpeza.

Os pontos de apoio ao trabalhador devem conter instalações sanitárias, vestiários, refeitórios, cozinhas, além das condições de higiene e conforto por ocasião das refeições em consonância com a NR 24.

Quadro 10-7 – Condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho.

Instalações sanitárias	As instalações sanitárias deverão ser separadas por sexo. Será exigido, no conjunto de instalações sanitárias, um lavatório para cada 10 (dez) trabalhadores nas atividades ou operações insalubres, ou nos trabalhos com exposição a substâncias tóxicas, irritantes, infectantes, alergizantes, poeiras ou substâncias que provoquem sujidade.
	Serão previstos 60 litros diários de água por trabalhador para o consumo nas instalações sanitárias.
Vestiários	Em todos os estabelecimentos industriais e naqueles em que a atividade exija troca de roupas, ou seja, imposto o uso de uniforme ou guarda-pó, haverá local apropriado para vestiário dotado de armários individuais, observada a separação de sexos. A área de um vestiário será dimensionada em função de um mínimo de 1,50 m ² para 1 trabalhador.
	Nas atividades e operações insalubres, bem como nas atividades incompatíveis com o asseio corporal, que exponham os empregados a poeiras e produtos graxos e oleosos, os armários serão de compartimentos duplos.
Refeitórios.	Nos estabelecimentos em que trabalhem mais de 300 (trezentos) operários, é obrigatória a existência de refeitório, não sendo permitido aos trabalhadores tomarem suas refeições em outro local do estabelecimento.
	Nos estabelecimentos em que trabalhem mais de 30 (trinta) até 300 (trezentos) empregados, embora não seja exigido o refeitório, deverão

	ser asseguradas aos trabalhadores condições suficientes de conforto para a ocasião das refeições.
Cozinhas	Deverão ficar adjacentes aos refeitórios e com ligação para os mesmos, através de aberturas por onde serão servidas as refeições.
	As áreas previstas para cozinha e depósito de gêneros alimentícios deverão ser de 35% (trinta e cinco por cento) e 20% (vinte por cento) respectivamente, da área do refeitório.
Condições de higiene e conforto por ocasião das refeições.	As empresas urbanas e rurais, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, e os órgãos governamentais devem oferecer a seus empregados e servidores condições de conforto e higiene que garantam refeições adequadas por ocasião dos intervalos previstos na jornada de trabalho.
	Na hipótese de o trabalhador trazer a própria alimentação, a empresa deve garantir condições de conservação e higiene adequadas e os meios para o aquecimento em local próximo ao destinado às refeições.
Disposições gerais	Em todos os locais de trabalho deverá ser fornecida aos trabalhadores água potável, em condições higiênicas, sendo proibido o uso de recipientes coletivos. Onde houver rede de abastecimento de água, deverão existir bebedouros de jato inclinado e guarda protetora, proibida sua instalação em pias ou lavatórios, e na proporção de 1 (um) bebedouro para cada 50 (cinquenta) empregados.
	As empresas devem garantir, nos locais de trabalho, suprimento de água potável e fresca em quantidade superior a 1/4 (um quarto) de litro (250ml) por hora/homem trabalho.

Fonte: BRASIL (1993).

Nos casos dos serviços de varrição e serviços especiais como capina e roçada estes pontos de apoio devem ser descentralizados e dispostos em áreas estratégicas que permitam o fácil e rápido acesso por parte dos funcionários ao longo de sua jornada de trabalho.

Instalações móveis também podem ser utilizadas para o mesmo fim, através da adaptação de veículos de grande capacidade (ônibus, vans, etc) de modo a prover sanitários e locais para refeição com a utilização de coberturas retráteis para cobrir áreas onde se possa dispor cadeiras e mesas para refeição (Prefeitura Municipal de Nova Aurora, 2013).

10.1.5 Procedimentos operacionais e especificações mínimas para o manejo dos resíduos sólidos

Dentro deste enfoque, a limpeza urbana pode ser alinhada entre as principais funções da Administração Pública no campo da engenharia sanitária. Só que este serviço não tem merecido a atenção necessária por parte do Poder Público, contando com orçamentos quase sempre reduzidos (IBAM, 2001).

Os serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos demandam a utilização de diversos procedimentos operacionais e especificações técnicas mínimas de modo a garantir:

- A efetiva prestação do serviço, com regularidade e integralidade;
- A qualidade da prestação do serviço;
- A saúde e a segurança dos trabalhadores envolvidos;
- A manutenção das condições de salubridade e higiene dos espaços públicos;
- A eficiência e sustentabilidade dos serviços;
- A adoção de medidas que visem a redução, reutilização e reciclagem dos resíduos;
- Entre outras.

Os serviços de limpeza dos logradouros costumam cobrir atividades como:

- Varrição;
- Capina e raspagem;
- Roçagem;
- Limpeza de ralos;
- Limpeza de feiras;
- Serviços de remoção;
- Limpeza de praias.

Contemplam, ainda, atividades como desobstrução de ramais e galerias, desinfestação e desinfecções, poda de árvores, pintura de meio-fio e lavagem de logradouros públicos (IBAM, 2001).

O serviço de limpeza de logradouros públicos tem por objetivo evitar:

- Problemas sanitários para a comunidade;
- Interferências perigosas no trânsito de veículos;
- Riscos de acidentes para pedestres;
- Prejuízos ao turismo;
- Inundações das ruas pelo entupimento dos ralos.

No manejo dos RSU as principais atividades são acondicionamento, coleta e transporte, tratamento e destinação final.

10.1.5.1 Varrição

Varrição ou varredura é a principal atividade de limpeza de logradouros públicos. O conjunto de resíduos como areia, folhas carregadas pelo vento, papais, pontas de cigarro, por exemplo, constitui o chamado resíduo público, cuja composição, em cada local, é função de: arborização existente; intensidade de trânsito de veículos; calçamento e estado de conservação do logradouro; uso dominante (residencial, comercial, etc.).

Métodos de Varrição

As maneiras de varrer dependerão dos utensílios e equipamentos auxiliares usados pelos trabalhadores. Em um País onde a mão-de-obra é abundante e é preciso gerar empregos, convém que a maioria das operações seja manual. Apenas em algumas situações particulares recomenda-se o uso de máquinas. A limpeza por meio de jatos de água deve ser restrita a situações especiais. Água, em geral, é cara demais para ser gasta em uso tão pouco nobre.

Para adequação dos serviços de varrição deverá ser elaborado um redimensionamento roteiros de varrição manual contendo:

- Levantamento do plano atual de varrição
- Qualidade da varrição
- Testes de produtividade
- Definição dos pontos formadores de opinião
- Definição das frequências de varrição
- Traçado do novo plano de varrição

10.1.5.2 Capina e raspagem

Quando não é efetuada varrição regular, ou quando chuvas carreiam detritos para logradouros, as sarjetas acumulam terra, onde em geral crescem mato e ervas

daninhas. Torna-se necessário, então, serviços de capina do mato e de raspagem da terra das sarjetas, para restabelecer as condições de drenagem e evitar o mau aspecto das vias públicas. Esses serviços são executados em geral com enxadas de 3½ libras, bem afiadas, sendo os resíduos removidos com pás quadradas ou forçados de quatro dentes. Quando a terra se encontra muito compactada é comum o uso da enxada ou chibanca para raspá-la. Para a lama, utiliza-se a raspadeira.

Quando a quantidade de terra é muito grande, em geral devido a chuvas fortes em vias próximas a encostas, utilizam-se pás mecânicas de pequeno ou grande portes para raspagem, conforme a quantidade de resíduos e as condições de acesso e manobra.

10.1.5.3 Roçada

Quando o capim e o mato estão altos, utilizam-se as foices do tipo roçadeira ou gavião, que também são úteis para cortar galhos. O corte do mato e ervas daninhas pode ser feito manualmente com foices ou alfanjes, porém com resultados medíocres em relação à qualidade e produtividade (apenas cerca de 100m²/trabalhador/dia).

As ceifadeiras portáteis são mais indicadas para terrenos acidentados e para locais de difícil acesso para ceifadeiras maiores. Possuem rendimento aproximado de 800m²/máquina/dia.

10.1.5.4 Limpeza de Boca de lobo

A retirada dos resíduos das caixas dos ralos pode ser feita com enxadas já gastas pelo uso (mais estreitas), com enxadões ou com conchas especiais. Resíduos de pequeno peso específico (folhas e galhos) podem ser ensacados e removidos em conjunto com o resíduo da varrição. A terra retirada dos ralos deve ser removida com caminhões basculantes. Os ralos também podem ser limpos por meio de mangueiras de sucção de equipamentos especiais (tipo Vac-All) e varredeiras "a vácuo". Em termos de frequência, os ralos devem ser limpos quinzenalmente e sempre após cada chuva.

10.1.5.5 Limpeza de feiras

É conveniente manter as feiras limpas do início da comercialização até a desmontagem das barracas. Em feiras com até 300 barracas, pode-se manter dois trabalhadores recolhendo, com lutocares revestidos internamente com sacos plásticos, o resíduo produzido pelos comerciantes. Os sacos plásticos com resíduo podem ser depositados em um ponto de concentração, adjacente à feira. Junto às barracas de venda de pescado, aves e suínos devem ser colocados contêineres plásticos com rodas e tampas, com capacidade para 240 litros, para acondicionar os resíduos produzidos desde o início da feira.

10.1.5.6 Acondicionamento

Com relação à adequação do acondicionamento à coleta, o recipiente apropriado para resíduo deverá:

- Atender às condições sanitárias;
- Não ser feio, repulsivo ou desagradável;
- Ter capacidade para conter o resíduo gerado durante o intervalo entre uma coleta e outra;
- Permitir uma coleta rápida, aumentando com isso a produtividade do serviço;
- Possibilitar uma manipulação segura por parte da equipe de coleta.

As normas que regulamentam o acondicionamento dos RSU estão descritas no Quadro 10-8.

Quadro 10-8 – Normas para o acondicionamento dos resíduos sólidos.

Norma	Descrição
Resolução CONAMA Nº 275/2001	Estabelece código de cores para diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva" - Data da legislação: 25/04/2001 - Publicação DOU nº 117, de 19/06/2001, pág. 080
ABNT NBR 15911-1:2010 Versão Corrigida:2011	Contentor móvel de plástico
ABNT NBR 15911-2:2010 Versão Corrigida:2011	Contentor móvel de plástico
ABNT NBR 15911-3:2010 Versão Corrigida:2011	Contentor móvel de plástico

Fonte: Autoria própria.

10.1.5.7 Coleta Domiciliar

Coletar o resíduo significa recolher o resíduo acondicionado por quem o produz para encaminhá-lo, mediante transporte adequado, a uma possível estação de transferência, a um eventual tratamento e à disposição final. Coleta-se o resíduo para evitar problemas de saúde que ele possa propiciar. A coleta e o transporte do resíduo domiciliar produzido em imóveis residenciais, em estabelecimentos públicos e no pequeno comércio são, em geral, efetuados pelo órgão municipal encarregado da limpeza urbana. Para esses serviços, podem ser usados recursos próprios da prefeitura, de empresas sob contrato de terceirização ou sistemas mistos, como o aluguel de viaturas e a utilização de mão-de-obra da prefeitura.

Regularidade da coleta domiciliar

A coleta dos resíduos domiciliar deve ser efetuada em cada imóvel, sempre nos mesmos dias e horários, regularmente. O ideal, portanto, em um sistema de coleta de resíduo domiciliar, é estabelecer um recolhimento com dias e horários determinados, de pleno conhecimento da população, através de comunicações individuais a cada responsável pelo imóvel e de placas indicativas nas ruas.

Frequência de coleta

Sugere-se que o tempo decorrido entre a geração do resíduo domiciliar e seu destino final não deve exceder uma semana para evitar proliferação de moscas, aumento do mau cheiro e a atratividade que o resíduo exerce sobre roedores, insetos e outros animais. A frequência mínima de coleta admissível em um país de clima quente como o Brasil é, portanto, de três vezes por semana. Há que se considerar ainda a capacidade de armazenamento dos resíduos nos domicílios.

Horários de coleta

Para redução significativa dos custos e otimização da frota a coleta deve ser realizada em dois turnos. É conveniente estabelecer turnos de 12 horas (dividindo-se o dia ao meio, mas trabalhando efetivamente cerca de oito horas por turno).

Redimensionamento de itinerários de coleta domiciliar

O aumento ou diminuição da população, as mudanças de características de bairros e a existência do recolhimento irregular dos resíduos são alguns fatores que indicam a necessidade de redimensionamento dos roteiros de coleta. Vários elementos devem ser considerados:

- Guarnições de coleta;
- Equilíbrio dos roteiros;
- Local de início da coleta;
- Verificação da geração do resíduo domiciliar;
- Traçado dos roteiros de coleta.

As normas que regulamentam a coleta e o transporte dos RSU estão descritos no Quadro 10-9.

Quadro 10-9 – Normas para a coleta e o transporte dos RSU.

Norma	Descrição
ABNT NBR 13463:1995	Coleta de resíduos sólidos
ABNT NBR 13332:2010	Implementos rodoviários — Coletor-compactador de resíduos sólidos e seus principais componentes — Terminologia
ABNT NBR 13334:2007	Contentor metálico de 0,80 m ³ , 1,2 m ³ e 1,6 m ³ para coleta de resíduos sólidos por coletores-compactadores de carregamento traseiro - Requisitos
ABNT NBR 14599:2014 Errata 1:2015	Implementos rodoviários - Requisitos de segurança para coletores-compactadores de resíduos sólidos
ABNT NBR 14599:2014 Versão Corrigida:2015	Implementos rodoviários - Requisitos de segurança para coletores-compactadores de resíduos sólidos
ABNT NBR 14879:2011	Implementos rodoviários — Coletor-compactador de resíduos sólidos — Definição do volume
ABNT NBR 13221:2010	Transporte terrestre de resíduos
ABNT NBR 7500:2013 Versão Corrigida:2013	Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos

Fonte: Autoria própria.

10.1.5.8 Transbordo de Resíduos Sólidos Urbanos

O aumento na distância entre o ponto de coleta dos resíduos e o aterro sanitário causa os seguintes problemas:

- Atraso nos roteiros de coleta;
- Aumento do tempo improdutivo da guarnição de trabalhadores parados à espera do retorno do veículo que foi vazar sua carga no aterro;
- Aumento do custo de transporte;

- Redução da produtividade dos caminhões de coleta, que são veículos especiais e caros.

Para solução desses problemas, algumas municipalidades vêm optando pela implantação de estações de transferência ou de transbordo.

No Estado do ES existe a Instrução Normativa IN IEMA Nº: 00001 / 2010, publicada em 26/02/2010 que estabelece os procedimentos para o Licenciamento Ambiental de Estações de Transbordo de Resíduos Sólidos Urbanos situadas no Estado do Espírito Santo.

10.1.5.9 Tratamentos dos RSU

Define-se tratamento como uma série de procedimentos destinados a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos, seja impedindo descarte de resíduo em ambiente ou local inadequado, seja transformando-o em material inerte ou biologicamente estável.

Resíduos Secos

Para os resíduos secos sugere-se a realização de triagem, prensagem e enfardamento para comercialização para indústrias de reciclagem dos distintos materiais com potencial de reciclagem.

A escolha do material reciclável a ser separado nas unidades de reciclagem depende sobretudo da demanda da indústria. Todavia, na grande maioria das unidades são separados os seguintes materiais:

- Papel e papelão;
- Plástico duro (PVC, polietileno de alta densidade, pet);
- Plástico filme (polietileno de baixa densidade);
- Garrafas inteiras;
- Vidro claro, escuro e misto;
- Metal ferroso (latas, chaparia etc.);
- Metal não-ferroso (alumínio, cobre, chumbo, antimônio etc.)

Resíduos orgânicos

Sugere-se que para a parcela orgânica seja realizado seu aproveitamento através da compostagem. Define-se compostagem como o processo natural de decomposição biológica de materiais orgânicos (aqueles que possuem carbono em sua estrutura), de origem animal e vegetal, pela ação de micro-organismos. Para que ele ocorra não é necessário a adição de qualquer componente físico ou químico à massa do resíduo.

O processo de compostagem aeróbio de resíduos orgânicos tem como produto final o composto orgânico, um material rico em húmus e nutrientes minerais que pode ser utilizado na agricultura como condicionador de solos, com algum potencial fertilizante.

A implantação de uma usina de reciclagem e compostagem pressupõe a elaboração prévia de um estudo de viabilidade econômica no qual devem ser analisados os seguintes aspectos:

- Investimento;
- Licenciamentos ambientais;
- Aquisição de terreno e legalizações fundiárias;
- Projetos de arquitetura e engenharia;
- Obras de engenharia;
- Aquisição de máquinas e equipamentos;

As normas que regulamentam o tratamento dos RSU estão descritas no Quadro 10-10

Quadro 10-10 - Normas para tratamento dos RSU.

Norma	Descrição
Resolução CONAMA Nº 316/2002	Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos". - Data da legislação: 29/10/2002 - Publicação DOU nº 224, de 20/11/2002, págs. 92-95 - Alterada pela Resolução nº 386, de 2006.
ABNT NBR 14283:1999	Resíduos em solos - Determinação da biodegradação pelo método respirométrico
ABNT NBR 13591:1996	Compostagem - Terminologia

Fonte: Autoria própria.

10.1.5.10 Disposição Final

O processo recomendado para a disposição adequada do resíduo domiciliar é o aterro sanitário. Para tanto deve-se observar primeiramente a seleção de áreas, onde os critérios técnicos, econômico-financeiros e político-sociais. Para tanto, no item abaixo é apresentada uma listagem de critérios para a seleção de áreas para aterros sanitários.

As normas que regulamentam a disposição final de RSU em aterros sanitários estão descritos no Quadro 10-11

Quadro 10-11 - Normas para disposição final de RSU.

Norma	Descrição
Resolução CONAMA Nº 404/2008	Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos." - Data da legislação: 11/11/2008 - Publicação DOU nº 220, de 12/11/2008, pág. 93
ABNT NBR 13896:1997	Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação
ABNT NBR 15849:2010	Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento
ABNT NBR 8419:1992 Versão Corrigida:1996	Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos - Procedimento

Fonte: Autoria própria.

Critérios de escolha da área para localização do bota-fora dos resíduos inertes gerados tanto na fase de instalação quanto de operação

A importância da escolha de áreas para disposição final de resíduos da construção civil inertes é vital para que os controles possam ser eficazes e o aterro esteja de acordo com o que está descrito nas normas incidentes, como a resolução CONAMA 307/2002 e a NBR 15113:2004.

A resolução CONAMA 307/2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, dispõe que:

Art. 4º Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

§ 1º Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, em áreas de "bota fora", em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei.

§ 2º Os resíduos deverão ser destinados de acordo com o disposto no art. 10 desta Resolução.

Art. 10. Os resíduos da construção civil, após triagem, deverão ser destinados das seguintes formas:

I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de preservação de material para usos futuros;

II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

No Quadro abaixo são apresentados os critérios mínimos que devem ser observados na localização de áreas para implantação de aterros de resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes, conforme a Norma da ABNT NBR 15113:2004.

Quadro 10-12 – Critérios para localização de áreas para implantação de aterros de resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes.

Critérios de localização	Descrição
Impacto ambiental	Deve ser assegurado que o impacto ambiental causado pela instalação do aterro seja minimizado.
Aceitação pela população	É necessário que a aceitação da instalação pela população seja maximizada.
Legislação de uso do solo	Áreas devolutas ou pouco utilizadas.
Legislação ambiental quanto à localização	Devem ser utilizadas áreas sem restrição ao zoneamento ambiental.
Geologia e tipos de solos existentes	Devem ser evitados solos com arenito ou calcário, com baixo potencial de erodibilidade e que a declividade não seja superior a 5 %.
Vegetação	O estudo macroscópico da vegetação é importante, uma vez que ela pode atuar favoravelmente na escolha de uma área quanto aos aspectos de redução do fenômeno de erosão, da

Critérios de localização	Descrição
	formação de poeira e transporte de odores (adaptado da ABNT NBR 13896:1997).
Vias de acesso	Os acessos internos e externos devem ser protegidos, executados e mantidos de maneira a permitir sua utilização sob quaisquer condições climáticas (adaptado da ABNT NBR 13896:1997).
Área e volume disponíveis e vida útil	Vida útil mínima de 10 anos, área e volume vai variar de acordo com os levantamentos situacionais da geração de RCC e das projeções para o período de vida útil do aterro.
Distância de núcleos habitacionais	De 2 a 10 km de distância dos núcleos atendidos.
Padrões de proteção das águas subterrâneas (potabilidade)	O aterro não deve comprometer a qualidade das águas subterrâneas, as quais, na área de influência do aterro, devem atender aos padrões de potabilidade estabelecidos na legislação como a Resolução CONAMA Nº 306/2008.
Áreas que inicialmente as águas não atendem aos padrões	Nos casos em que a água subterrânea na área de influência do aterro apresentar inicialmente qualquer um dos parâmetros listados na legislação, em concentrações superiores aos limites recomendados, o órgão ambiental competente poderá estabelecer padrões para cada caso, levando em conta: a) a concentração do constituinte; b) os usos atuais e futuros do aquífero.
Padrões de proteção de águas superficiais	Devem ser previstas medidas para a proteção das águas superficiais respeitando-se faixas de proteção de corpos de água e prevendo-se a implantação de sistemas de drenagem compatíveis com a macrodrenagem local e capazes de suportar chuva com períodos de recorrência de cinco anos, que impeça: a) acesso, no aterro, de águas precipitadas no entorno; b) carreamento de material sólido para fora da área do aterro. Obs.: É importante que se respeite a distância mínima de, pelo menos, 200 m de cursos d'água.

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 15113:2004 e NBR 13896:1997

Critérios de escolha de área para disposição final (aterro sanitário) na área de planejamento ou usando aterro já existente na região

A seleção de uma área para implantação de aterro sanitário destinado à resíduos sólidos urbanos deve atender, no mínimo, aos critérios técnicos impostos pelas normas da ABNT e pelas legislações federais, estaduais e municipais (quando houver). Neste trabalho, optou-se pelos critérios relativos à norma da ABNT NBR 13896:1997.

Quadro 10-13 – Critérios para escolha de área para implantação de aterro sanitário.

Critérios de localização	Descrição
Impacto ambiental	O impacto ambiental causado pela instalação aterro deve ser minimizado
Aceitação da população	A aceitação da população deve ser maximizada

Zoneamento	O zoneamento deve estar de acordo com a região
Tamanho disponível e vida útil	Possa ser usado por um longo espaço de tempo, necessitando apenas de um mínimo de obras para início da operação. Em um projeto, esses fatores encontram-se inter-relacionados e recomenda-se a construção de aterros com vida útil mínima de 10 anos
Topografia	Esta característica é fator determinante na escolha do método construtivo e nas obras de terraplanagem para a construção da instalação. Recomendam-se locais com declividade superior a 1% e inferior a 30%
Geologia e tipos de solos existentes	Tais indicações são importantes na determinação da capacidade de depuração do solo e da velocidade de infiltração. Considera-se desejável a existência, no local, de um depósito natural extenso e homogêneo de materiais com coeficiente de permeabilidade inferior a 10 ⁻⁶ cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0m
Recursos hídricos	Deve ser avaliada a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas. O aterro deve ser localizado a uma distância mínima de 200 m de qualquer coleção hídrica ou curso de água
Vegetação	O estudo macroscópico de vegetação é importante, uma vez que ela pode atuar favoravelmente na escolha de uma área quanto aos aspectos de redução do fenômeno de erosão, da formação de poeira e transporte de odores
Acessos	Fator de evidente importância em um projeto de aterro, uma vez que são utilizados durante toda sua operação
Custos	Os custos de um aterro têm grande variabilidade conforme o seu tamanho e o seu método construtivo. A elaboração de um cronograma físico-financeiro é necessária para permitir a análise de viabilidade econômica do empreendimento
Distância mínima de núcleos populacionais	Deve ser avaliada a distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais, recomendando-se que esta distância seja superior a 500 m

Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 13896:1997

Mapeamento de áreas potenciais para localização de atividades de disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos

Foi elaborado um mapeamento de pré-seleção de áreas potenciais para localização de atividades de disposição final de resíduos sólidos urbanos.

Os critérios utilizados foram definidos com base na NBR 13896:1997 que trata de aterros de resíduos não perigosos: critérios para projeto, implantação e operação:

- a) Topografia -. Locais com declividade superior a 1% e inferior a 30%.
- b) Recursos hídricos – Áreas com distância mínima de 200 m de qualquer coleção hídrica ou curso de água.
- c) Distância superior a 500m de núcleos populacionais.

- d) Não estar em UC's.
- e) Área com restrição: Área de Segurança Aeroportuária – ASA – Conforme definido na Lei 12.725 de 16 de outubro de 2012.

Este mapa apresenta uma pré-seleção e em caso de escolha de áreas para implantação dessa atividade, os demais critérios devem ser analisados, a partir de estudos pontuais e específicos. O mapa é apresentado no Apêndice C.

10.2 ALTERNATIVAS PARA O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS

Análise e seleção das alternativas de intervenção visando à melhoria das condições sanitárias em que vivem as populações urbanas e rurais. Tais alternativas terão por base as carências atuais dos serviços de saneamento básico, que devem ser projetadas utilizando-se, por exemplo, a metodologia de cenários alternativos de evolução gradativa do atendimento.

As demandas na prestação de serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos podem ser sanadas a partir da avaliação de alternativas que podem se diferenciar quanto à forma de gestão, podendo ser realizada pela própria prefeitura ou pelo consórcio público, bem como na execução do serviço.

O Quadro 10-14 apresenta as alternativas para atendimento das principais etapas no serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos

Quadro 10-14 – Alternativas para atendimento das demandas nos serviços de limpeza e manejo de resíduos.

Serviços	Alternativas para atendimento
Varição	1 -Plano de varrição manual que contemple todas as ruas calçadas dos municípios com mão de obra própria. 2- Plano de varrição manual que contemple todas as ruas calçadas dos municípios com mão de terceirizada.
Coleta convencional	1 – Plano de Coleta convencional com previsão de universalização do serviço realizado pela prefeitura municipal. 2 – Plano de Coleta convencional com previsão de universalização do serviço realizado por empresa terceirizada. 3 – Plano de Coleta convencional com previsão de universalização do serviço realizado por empresa terceirizada gerida por um consórcio público intermunicipal.
Coleta seletiva	1 – Plano de Coleta seletiva com previsão de universalização do serviço de forma gradual realizado pela prefeitura municipal (diretamente ou com terceirização do serviço para empresa privada), com entrega do material coletado para associação/cooperativa de catadores. 2 – Plano de Coleta seletiva com previsão de universalização do serviço de forma gradual realizado pelo consórcio público (diretamente ou com

Serviços	Alternativas para atendimento
	<p>terceirização do serviço para empresa privada), com entrega do material coletado para associação/cooperativa de catadores.</p> <p>3 - Plano de Coleta seletiva com previsão de universalização do serviço de forma gradual realizado por associação/cooperativa de catadores de materiais reaproveitáveis, e com entrega do material coletado para associação/cooperativa de catadores.</p>
Transbordo	<p>1 – Construção da Estação de Transbordo municipal.</p> <p>2 – Conclusão das Estações de Transbordo do Programa ES sem Lixão e encaminhamento dos resíduos coletados para a ET do ES sem Lixão</p>
Transporte	<p>1 – Elaborar plano de transporte com análise da frota e equipe de trabalho e monitoramento de indicadores de qualidade do serviço prestado, como quilometragem e carga transportada por viagem.</p>
Destinação final	<p>1 – Destinar os RSU para aterro sanitário a ser licenciado no próprio município.</p> <p>2 – Destinar os RSU para aterro sanitário a ser licenciado em outro município por meio de consórcio intermunicipal</p> <p>3 – Destinar os RSU para aterro sanitário a ser licenciado por empresa terceirizada (escolha atual).</p>
Compostagem	<p>1 – Projeto de compostagem gradual de RSU úmidos limpos, com coleta diferenciada de geradores específicos como feiras, supermercados, bares e restaurantes, e afins, realizado pela prefeitura municipal (diretamente ou com terceirização do serviço para empresa privada).</p> <p>2 - Projeto de compostagem gradual de RSU úmidos limpos, com coleta diferenciada de geradores específicos como feiras, supermercados, bares e restaurantes, e afins, realizado pelo consórcio público (diretamente ou com terceirização do serviço para empresa privada).</p>
Inclusão social de catadores	<p>1 – Inclusão social de catadores de materiais recicláveis para a etapa de educação ambiental e sensibilização da população.</p>
Resíduos da Construção Civil (RCC)	<p>1 - Projeto de gerenciamento de RCC com definição dos pequenos e grandes geradores, estruturação da coleta e destinação final dos resíduos gerados pelos pequenos geradores e regulamentando os procedimentos para que o grande gerador realize as etapas de coleta, transporte e destinação final dos RCC gerados.</p> <p>2 - Projeto de gerenciamento de RCC com definição dos pequenos e grandes geradores, estruturação da coleta e destinação final dos resíduos gerados pelos pequenos geradores e regulamentando os procedimentos de cobrança de para o município realizar as etapas de coleta, transporte e destinação final dos RCC gerados pelo grande gerador.</p>
Resíduos de Serviço de Saúde (RSS)	<p>1 - Projeto de gerenciamento de RSS com definição de regulamentando dos procedimentos para que os geradores realizem as etapas de coleta, transporte e destinação final dos RSS gerados, sendo que o município não irá realizar nenhuma etapa do manejo.</p> <p>2 - Projeto de gerenciamento de RSS com definição de regulamentando dos procedimentos para que os geradores realizem as etapas de coleta, transporte e destinação final dos RSS gerados, podendo o município realizar etapas do manejo dos resíduos definido previamente em regulamento próprio, com cobrança de taxa pública pelo serviço prestado.</p>
Resíduos de responsabilidade e dos geradores	<p>1 - Elaborar procedimentos normativos que estabeleçam procedimentos a serem adotados pelos geradores quanto ao manejo dos resíduos, sendo que o município não irá realizar nenhuma etapa do manejo.</p> <p>2 - Elaborar procedimentos normativos que estabeleçam procedimentos a serem adotados pelos geradores quanto ao manejo, podendo o município realizar etapas do manejo dos resíduos definido previamente em regulamento próprio como simulares aos RSU, com cobrança de taxa pública pelo serviço prestado.</p>

Serviços	Alternativas para atendimento
Resíduos com logística reversa obrigatória	<p>1 – Elaborar procedimento de fiscalização para avaliar o cumprimento das resoluções CONAMA que estabelecem a obrigatoriedade da logística reversa e;</p> <p>2 – Elaborar procedimentos para participação nos sistemas de logística reversa que serão estabelecidos nos novos acordos setoriais a partir da Lei 12.305/2010.</p>

Fonte: Autoria própria.

10.3 REFERÊNCIAS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Normas Brasileiras**. Disponível em: www.abnt.org.br/. Acesso em 08 fev. 2017.

BASSANI, P. D. Caracterização de resíduos sólidos de coleta seletiva em condomínios residenciais: estudo de caso em Vitória – ES. 2011. 187 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, agosto de 2012.

CAIXA – CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Manejo e Gestão dos Resíduos da construção civil. Volume 1: Manula de orientação: Como montar um sistema de manejo e gestão nos municípios, Brasília, 2005.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. Coordenação: André Vilhena - 3.ed. São Paulo: CEMPRE, 2010.

FUZARO, J.A. & RIBEIRO, L.T. (2007). Coleta seletiva para prefeituras. 5 ed. São Paulo: SMA/CPLA.

IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos** / José Henrique Penido Monteiro [et al.]; coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Resíduos agrossilvopastoris I – Resíduos orgânicos**. Caderno de Diagnóstico. 2011c.

LOREGAZZI, A. Contribuições conceituais para o gerenciamento de resíduos sólidos e ações de educação ambiental. In:

LEAL, A.C. Resíduos Sólidos no Pontal do Paranapanema, Presidente Pudente, São Paulo: Antonio Thomas Junior, 2004. p. 221-244.

Prefeitura Municipal de Nova Aurora. **Plano Municipal de Saneamento Básico: Prospectiva e Planejamento Estratégico (PPE)**. 2013. Disponível em < http://novaaurora.pr.gov.br/arq/rel_prospectiva.pdf> Acesso em 15 jan. 2017).

SÃO PAULO. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Cidade de São Paulo**. Prefeitura do Município de São Paulo - Comitê Intersecretarial para a Política Municipal de Resíduos Sólidos, 2014, 456 p. Disponível em: < <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/servicos/arquivos/PGIRS-2014.pdf>>. Acesso em 27 jul. 2016.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2014**. Brasília: fevereiro de 2016.

11 PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS E DRENAGEM URBANA (SDMAPU)

11.1 ESTIMATIVA DAS DEMANDAS POR SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO PARA TODO O PERÍODO DO PMSB

Após o diagnóstico, onde foram levantados os dados referentes a situação atual do saneamento, e neste eixo para a drenagem do Município, realiza-se a etapa de prognóstico, que envolve a projeção para o horizonte temporal do plano com a finalidade de formular estratégias para evidenciar a resolução de problemas futuros, tornando-se base para a proposição das ações e programas corretivos para evolução do sistema de drenagem municipal.

Em se tratando de drenagem urbana, Tucci (1997) ressalta que um dos principais impactos deste eixo do saneamento decorre do aumento das vazões máximas, causadas pelo aumento da capacidade de escoamento das águas pluviais pela sua canalização e escoamento em condutos e pela impermeabilização das superfícies. Ou seja, conforme as cidades vão se urbanizando, os usos do solo urbano tendem a desprotege-lo e impermeabiliza-lo, reduzindo o tempo de concentração, provocando o aumento da vazão de pico.

Visando o prognóstico aplicado nos Planos de Saneamento, Campana e Tucci (1994) desenvolveram uma relação entre densidade habitacional e impermeabilização do solo, com base em dados de Curitiba, Porto Alegre e São Paulo.

Em um segundo momento, Menezes Filho e Tucci (2012) aplicaram uma nova avaliação e obtiveram uma atualização da relação entre área impermeabilizada e densidade populacional para a cidade de Porto Alegre. Neste estudo foram identificados valores superiores de impermeabilização do solo por habitante por hectare, que passaram de 50 m² para 90 m² de área impermeabilizada média por habitante, para ocupações de 50 hab/ha.

Isso se deve em parte pela alteração da densidade habitacional, onde um número menor de pessoas tem ocupado os espaços urbanos densos devido também a diminuição da fertilidade, com a redução do tamanho das famílias, passando a ter

menos pessoas ocupando mais áreas impermeabilizadas (Menezes Filho e Tucci, 2012).

Outro fator deve-se a tendência de que cada pessoa impermeabilize mais áreas para sua habitação, tanto pelo fato de ocuparem áreas cada vez mais periféricas demandando vias de transporte, quanto pela densificação dos centros existentes. O aumento da renda nas cidades, e conseqüente aumento do número de veículos, tem favorecido a sua ocupação nos dois sentidos, além de promover outros usos que demandem áreas impermeáveis (Menezes Filho e Tucci, 2012).

Vale ressaltar aqui que a sensibilidade do senso comum em relação ao desenvolvimento urbano tem aproximando-o da concepção de obras públicas como o asfaltamento das vias e calçamento dos passeios públicos, de forma a impermeabiliza-los, e com a ocupação de lotes, que tem também ocorrido pela impermeabilização destes tanto pelos quintais das casas como pela própria construção das edificações.

Porém recentemente têm-se discutido o planejamento para a ocupação urbana de forma mais sustentável, onde inclui-se como ferramenta este instrumento (o Plano Municipal de Saneamento), que proporcionará em seu resultado final a indicação de medidas e programas para o desenvolvimento da sustentabilidade no Município.

Desta forma, para um prognóstico com horizonte de 20 anos têm-se para o município de Lúna que para o cenário médio de crescimento populacional, a estimativa do aumento da área impermeabilizada deverá ser, para cada distrito, o apresentado na Tabela 11-1.

Os dados base para o desenvolvimento do estudo demográfico foram aqueles levantados pelo último censo do IBGE (2010), que teve como dimensões a abrangência para as escalas de distrito, e mais refinada por setor censitário, porém a falta de coerência entre os limites dos setores censitários e dos perímetros urbanos inviabilizou o uso destes setores para esta escala.

Entretanto, os dados utilizados referiram-se apenas à população urbana dos distritos, por serem estas as que causarão impactos na impermeabilização de áreas nos perímetros urbanos.

A Tabela 11-1 encontra-se dividida para os cenários de demanda de ação imediata de até 3 anos, de período curto de 4 a 8 anos, de médio prazo de 9 a 12 anos, e de longo prazo de 13 a 20 anos. Da mesma forma, os incrementos de área impermeável seguem ano a ano em relação ao ano base de desenvolvimento, sendo usado como base para os cálculos o estudo desenvolvido por Menezes Filho e Tucci (2012).

Tabela 11-1 - Expansão da área impermeável por distrito para Lúna – ES.

Parcela de incremento na área impermeável (m²), por distrito no município de Lúna, em relação ao ano base						
Intervalo de tempo (ano)	Distrito Sede	Distrito de Nossa Senhora das Graças	Distrito de Pequiá	Distrito de Santíssima Trindade	Distrito de São João do Príncipe	Município de Lúna
0	-	-	-	-	-	-
1	5720.7	229.1	334.7	115.2	142.8	6542.5
2	11467.2	459.3	670.8	230.9	286.3	13114.5
3	17239.7	690.4	1008.5	347.1	430.4	19716.2
4	21968.9	879.9	1285.2	442.3	548.5	25124.8
5	26715.6	1070.0	1562.9	537.9	667.0	30553.3
6	31479.7	1260.8	1841.6	633.8	786.0	36001.8
7	36261.4	1452.3	2121.3	730.1	905.3	41470.4
8	41060.6	1644.5	2402.1	826.7	1025.2	46959.1
9	44481.7	1781.5	2602.2	895.6	1110.6	50871.5
10	47911.6	1918.8	2802.9	964.7	1196.2	54794.2
11	51350.5	2056.6	3004.0	1033.9	1282.1	58727.1
12	54798.4	2194.7	3205.7	1103.4	1368.2	62670.3
13	58255.4	2333.1	3408.0	1173.0	1454.5	66623.9
14	60328.2	2416.1	3529.2	1214.7	1506.2	68994.5
15	62404.3	2499.3	3650.7	1256.5	1558.1	71368.8
16	64483.7	2582.6	3772.3	1298.4	1610.0	73746.9
17	66566.3	2666.0	3894.2	1340.3	1662.0	76128.6
18	68652.1	2749.5	4016.2	1382.3	1714.0	78514.1
19	69705.4	2791.7	4077.8	1403.5	1740.3	79718.8
20	70758.8	2833.9	4139.4	1424.7	1766.6	80923.4

Fonte: Autoria própria.

Dessa forma, o aumento de áreas impermeabilizadas nas regiões urbanas levará ao aumento do escoamento superficial e diminuição do tempo de concentração, com aumento da vazão de pico.

Entretanto, isto ocorrerá apenas para as pequenas bacias de drenagem, com áreas urbanas consolidadas representativas em relação à área total da bacia, o que em lúna ocorre apenas no perímetro urbano da Sede, para alguns córregos afluentes ao Rio Pardo, que ali se ligam.

Os cursos d'água dos demais perímetros urbanos são talvez de bacias hidrográficas que abrangem extensas áreas de ocupação rural e/ou cobertura florestal. Assim, o efeito do aumento da área impermeável com o crescimento da população urbana não será significativo, no horizonte de 20 anos para o cenário médio de crescimento populacional projetado.

Ainda, visto que a maior parte das perturbações causadas por inundações estão relacionadas a presença de ocupações às margens dos rios, deve o Município então intensificar suas ações para a promoção do ordenamento territorial, fazendo-se valer da aplicação de suas leis e diretrizes para a ocupação do solo.

Neste sentido encontra-se o Plano Diretor Urbano, o código de obras, assim como diversas leis de todos os poderes (municipal, estadual e federal), como a Lei federal nº 12.651 de 2012, que dispõe sobre as Áreas de Preservação Permanente (APP), que incluem aquelas às margens dos rios e córregos.

Vale ressaltar a necessidade de que as expansões urbanas deverão ser acompanhadas das respectivas redes de micro-drenagem, para atendimento do princípio fundamental IV da Lei 11.445 de 2007, que solicita a disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, bem como a fiscalização e manutenção preventiva das mesmas.

A falta de estudos específicos de dimensionamento e modelagem de escoamento nas sub-bacias que contemplam trechos urbanos dificultam a avaliação dos reais motivos das ocorrências de inundações e alagamentos, recomendando-se a realização dos mesmos.

Sendo assim, o Quadro 11-1 abaixo, apresenta os problemas já existentes em relação a drenagem para o Município, levantados na etapa de diagnóstico deste

estudo, e identificando os aspectos prognósticos esperados para os diversos perímetros e comunidades em relação ao levantamento do incremento de área impermeável.

Quadro 11-1 - Aspectos prognósticos para as áreas urbanas de Iúna.

Distrito	Perímetro urbano/ Comunidade	Problemas apontados no diagnóstico	Prognóstico
Sede	Sede	Há inundações no Rio Pardo que atinge ocupações situadas na planície de inundação do Rio	Eventual agravamento, para as residências na parte jusante da área urbana, dos danos causados pelas inundações
		Durante as chuvas intensas ocorrem alagamentos/inundações nas ruas Prefeito Antônio Lacerda, Paulino Finamore, e avenida Deputado João Rios, próximo ao supermercado, bairro Centro	Eventual agravamento dos problemas de inundações/alagamentos na região
		Ocorrem alagamentos/inundações por muita chuva nas ruas Benjamim Constant, e Av. Tancredo Neves, bairro Niterói	Eventual agravamento dos problemas de inundações/alagamentos na região
		Ocorrem alagamentos/inundações na Rodovia Cel. Leônicio Vieira, bairros Vila Nova e Niterói	Haverá permanência dos problemas de inundações/alagamentos na região
		Inundações/alagamentos na Rua Vereador Braz Lofêgo, bairro Quilombo	Tendência de aumento dos problemas por alagamentos na região, caso a região não seja contemplada por pavimentação com rede de drenagem
		Ocorrem alagamentos na Rua Argemiro Antônio da Silva	Tendência de aumento na frequência e intensidade de alagamentos no local
		Alagamentos na Rua Irene de Castro	Permanência dos alagamentos na região
		Alagamentos na Rua Espírito Santo, bairro Quilombo	Permanência dos alagamentos na região
Pequiá	Pequiá	Inundação do Rio José Pedro atingindo residências em suas margens	Permanência dos efeitos atuais causados pelas inundações
		Alagamentos devido a rede obstruída na Rua Prefeito José Raposo, conforme relatos da Mobilização Social	Permanência dos efeitos atuais causados pelos alagamentos

Nossa Senhora das Graças	Nossa Senhora das Graças	Inundações na Rodovia Cel. Leôncio Vieira, e pelo trecho em que o Córrego da Perdição passa pela área urbana	Haverá permanência das inundações na região.
		Alagamentos com chuvas intensas nas ruas Ageu Lopes e Delfino Batista Vieira	Permanência dos efeitos de alagamentos na região
Santíssima Trindade	Santíssima Trindade	Inundações em um Córrego afluente do Ribeirão Trindade, e na região de encontro de um afluente com o Córrego Poço Redondo	Permanência das inundações na região.
		Ocorre alagamentos por muito chuva na entrada do Lar das Araras na Fazenda São Cristóvão.	Tendência de permanência dos efeitos de alagamentos na região

Fonte: Autoria própria.

11.1.1 Estabelecer diretrizes para o controle de escoamentos na fonte

O controle do escoamento na fonte corresponde a procedimentos que buscam evitar ou minimizar a ampliação da cheia natural das bacias hidrográficas, devido aos seus usuários.

Nos núcleos urbanizados temos o 'usuário urbano' que é configurado como: lotes residenciais, lotes ocupados por empresas, empreendimentos com grandes extensões e áreas públicas.

Para estes casos, as metodologias de controle do escoamento na fonte estão orientadas em duas concepções principais:

- Utilizar dispositivos para aumentar a infiltração na fonte, ou seja, na área do usuário urbano;
- Reservar dentro da área do usuário urbano a parcela de volume de escoamento superficial gerada devido à sua instalação na bacia (este volume é estimado pela diferença entre o volume de escoamento gerado em condições de ocupação urbana e o volume de escoamento para condições de pré-urbanização).

A abrangência e tipo de procedimento de controle a ser empregado são definidos em função da atenuação necessária ao hidrograma de cheia de cada bacia

hidrográfica urbana, que é dimensionada em função das características de cobertura do solo, da capacidade da rede de drenagem existente e projetada, e também do tamanho da área impermeabilizada do lote.

Atualmente, o Plano Diretor Municipal (PDM) de Lúna, por meio da Lei nº 2.260 de 2009, estabelece uma Taxa de Permeabilidade (TP) mínima para garantia da permeabilidade do solo, ou seja, estabelece uma área mínima do lote que deve ficar livre de impermeabilizações. Para terrenos urbanos a TP varia de 5 a 15% (quinze por cento) dependendo da Zona de ocupação definida pelo PDM, e dos usos propostos.

Ainda, a preservação das áreas florestais remanescentes é importante para manter os sítios de infiltração nas bacias hidrográficas, no intuito de reduzir o escoamento superficial e a ocorrência de enxurradas e inundações.

Desta forma, como medida de controle ambiental recomenda-se a preservação dos maciços florestais existentes, e recuperação de áreas desmatadas, sobretudo aquelas definidas pela Lei 12.651 de 2012 como APP.

Entretanto para os casos de preservação, além da aplicação da legislação, é importante que o poder público ofereça incentivos aos proprietários onde esses maciços ocorrem e são necessários. Uma das formas de promovê-la é através de programas como o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), estabelecido pela Lei Estadual nº 9.864, de 26 de junho de 2012.

O PSA deve ser aplicado para as regiões de relevante interesse no Município, incentivando a preservação dos maciços florestais existentes e a criação de novos, concentrando-se principalmente nas áreas a montante dos perímetros urbanos onde há problemas identificados de alagamentos, enxurradas e inundações.

Seguindo nesta linha, as medidas de controle de escoamento na fonte incluem principalmente diretrizes para o uso de pavimentos permeáveis nas vias e de outros dispositivos que auxiliem a infiltração controlada da água no solo.

Algumas dessas medidas são defendidas pelo Ministério das Cidades, e estas encontram-se destacadas no Quadro 11-2 abaixo.

Quadro 11-2 - Tipos de dispositivos para ampliar a infiltração na fonte.

Dispositivo	Características	Vantagens	Desvantagens
Planos e valos de infiltração com drenagem	Gramados, áreas com seixos ou outro material que permita a infiltração natural	Permite infiltração de parte da água para o subsolo	Planos com declividade > 0,1 % não devem ser usados; o material sólido para a área de infiltração pode reduzir sua capacidade de infiltração
Planos e valos de infiltração sem drenagem	Gramado, áreas com seixos ou outro material que permita a infiltração natural	Permite infiltração da água para o subsolo	O acúmulo de água no plano durante o período chuvoso não permite trânsito sobre a área. Planos com declividade que permita escoamento
Pavimentos permeáveis	Concreto, asfalto ou bloco vazado com alta capacidade de infiltração	Permite infiltração da água	Não deve ser usado para ruas com tráfego intenso e/ou de carga pesada, pois a sua eficiência pode diminuir
Poços de infiltração, trincheiras de infiltração e bacias de percolação	Volume gerado no interior do solo que permite armazenar a água e infiltrar	Redução do escoamento superficial e amortecimento em função do armazenamento	Pode reduzir a eficiência ao longo do tempo, dependendo da quantidade de material sólido que drena para a área

Fonte: Tucci (2005).

Para o meio rural, as medidas de controle do escoamento na fonte passam desde o uso de técnicas de cultivo voltadas a preservação do solo e da água dentro das propriedades rurais, à reestruturação das estradas vicinais com a construção e manutenção de caixas secas, ao recobrimento de taludes de corte e aterro para que se evitem erosões e prejuízos futuros. Estas medidas são detalhadas no tópico 11.1.3 deste estudo.

11.1.2 Indicar, no mapa básico, o traçado das principais avenidas sanitárias

O escoamento superficial é influenciado por fatores naturais ou por intervenções urbanas, sendo o principal fator natural o relevo e a cobertura do solo, e as urbanas as obras de micro e macrodrenagem.

Nos eventos hidrológicos extremos, é comum a carga pluvial exceder a capacidade de escoamento das calhas naturais dos vales, vindo a ocupar os leitos naturais de inundação dos rios, que por vezes apresentam ocupação antrópica. Neste contexto, medidas estruturais e não estruturais podem ser tomadas no intuito de prevenir ou

mitigar os problemas identificados de alagamentos e inundações que trazem prejuízos ao ambiente urbano.

Na drenagem das águas pluviais, Chernicharo e Costa (1995) citam a existência de três tipos de definição para os fundos de vale da macro-drenagem urbana: canais fechados, canais abertos e leito preservado, onde, a concepção de leito preservado preceitua uma menor intervenção nos cursos d'água, evitando o emprego de soluções estruturais e se destacando como solução mais indicada sempre que possível.

A ocupação dos fundos de vale, acompanhada da retirada de mata ciliar e impermeabilização do solo nas zonas urbanas destacam-se como a origem das principais alterações que interferem no escoamento superficial das águas pluviais, conduzindo a bacia hidrográfica às seguintes consequências.

- Enchentes Urbanas;
- Movimentações de massa/deslizamentos;
- Contaminação dos mananciais.

Neste sentido é estabelecido o conceito de avenidas sanitárias, como “sistemas viários localizados em fundos de vale aos quais se associam diferentes redes de distribuição de serviços urbanos”, sendo serviços urbanos aqueles como os de abastecimento de água, coleta de resíduos, coleta de esgoto, redes de distribuição de energia elétrica, redes de comunicação, entre outros (Nascimento et al., 2006).

Este conceito foi aplicado por muito tempo na urbanização das principais cidades brasileiras, onde era defendido a ideia de que os cursos d'água teriam a relevante utilidade de destinar a jusante, eliminando o esgotamento sanitário e drenagens, por vezes canalizados, exercendo um “tratamento sanitário” ideal. Metodologia esta contestada nos tempos atuais, que buscam o planejamento das cidades de forma a conviver sustentavelmente com o meio, inclusive incentivando movimentos de descanalização e recuperação dos rios (Bontempo, 2012).

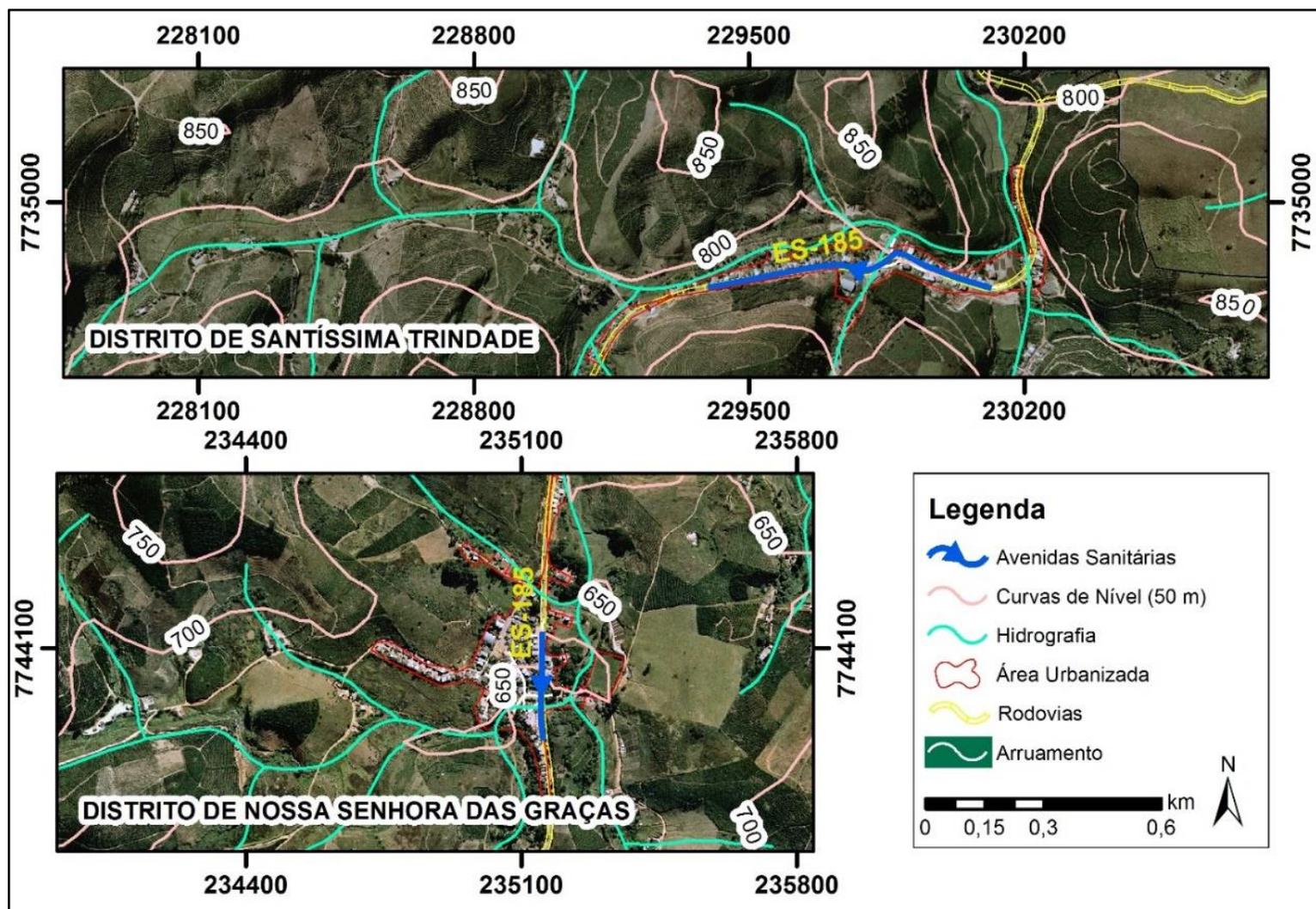
Tanto quanto menciona Vasconcelos e Yamaki (2003), em que a preservação dos fundos de vale é uma solução herdada da natureza e que melhor se apresenta para ajustar ambientalmente a dinâmica da bacia hidrográfica, uma vez que eles contribuem para o equilíbrio do ecossistema, além de servirem como local de referência e também de drenagem para as águas das chuvas.

Visando estabelecer diretrizes para a proteção da vegetação nativa, do solo e dos cursos d'água incluindo os de fundo de vale, o Código Florestal Brasileiro foi atualizado (Lei nº 12.651/12), e no art. 4º, parágrafo I estabelece que em zonas rurais ou urbanas as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluído os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular deva obedecer a uma largura mínima de 30 metros, pois estas são consideradas áreas de preservação permanente (APP). A fixação do valor de trinta metros não foi arbitrária, pois a área protegida de maneira permanente além de assegurar a integridade humana, assume funções de preservação da biodiversidade, dos recursos hídricos, do solo e da estabilidade geológica.

O município de Lúna caracteriza na Seção VIII da lei nº 2.182 de 2008 (Plano Diretor Urbano) as Zonas Especiais de Interesse Ambiental (ZEIAs), sendo estas as áreas de zoneamento responsáveis por preservar as Áreas Especiais de Interesse Ambiental definidas como aquelas de proteção integral ou uso sustentável, tendo como uma de suas diretrizes o controle da ocupação urbana em áreas de interesse ou fragilidade ambiental.

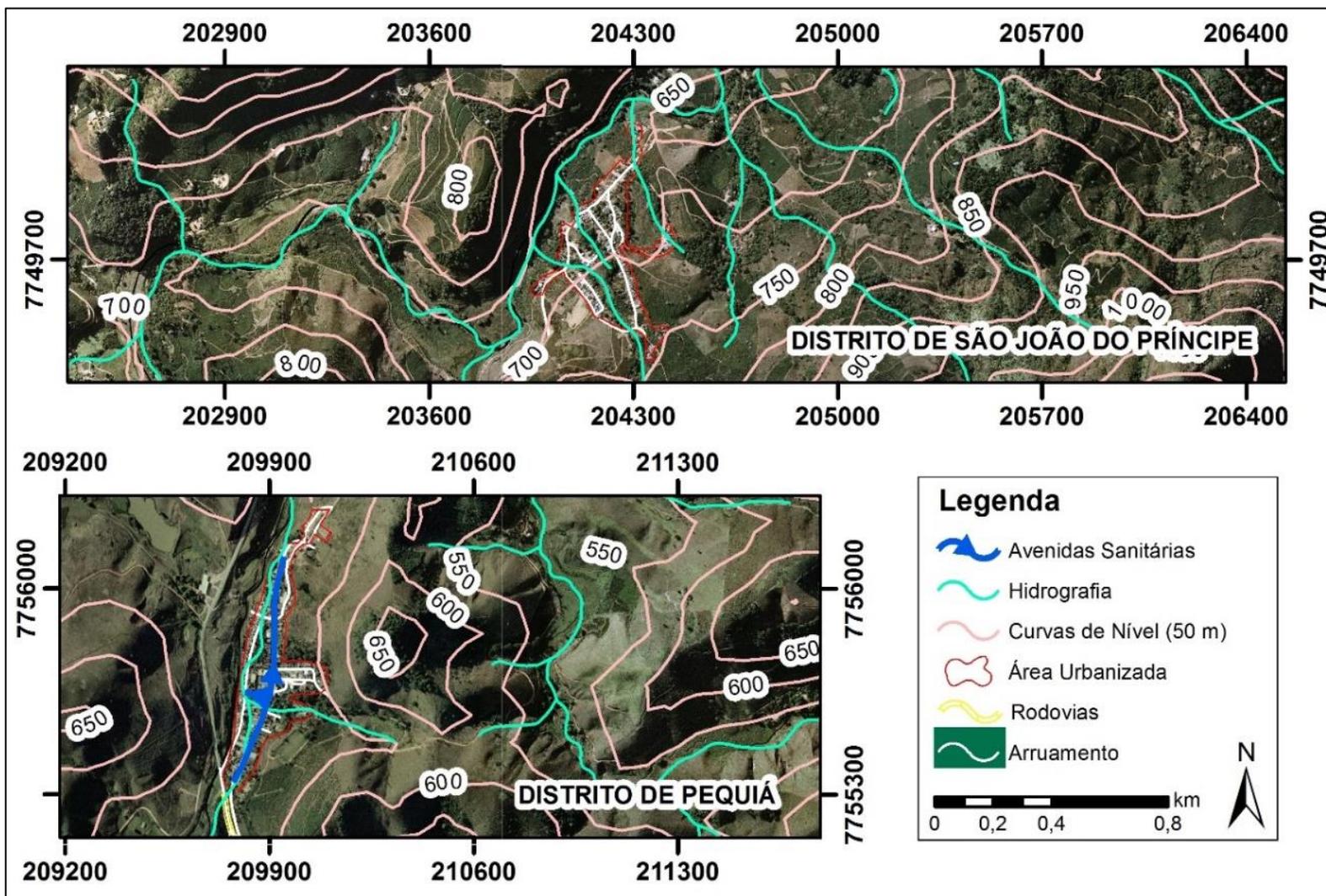
Nas Figuras 11-1 a 11-3 observam-se as principais avenidas sanitárias, identificadas neste plano como as vias que o relevo escoar a maior parte das águas pluviais, ou seja, o próprio curso d'água, e pelas obras de macrodrenagem, quando possíveis de identificação, uma vez que o Município não possui o cadastramento de sua rede de drenagem. Também são apontadas as curvas de nível e o sentido do escoamento.

Figura 11-1 - Principais avenidas sanitárias dos perímetros urbanos de Santíssima Trindade e Nossa Senhora das Graças.



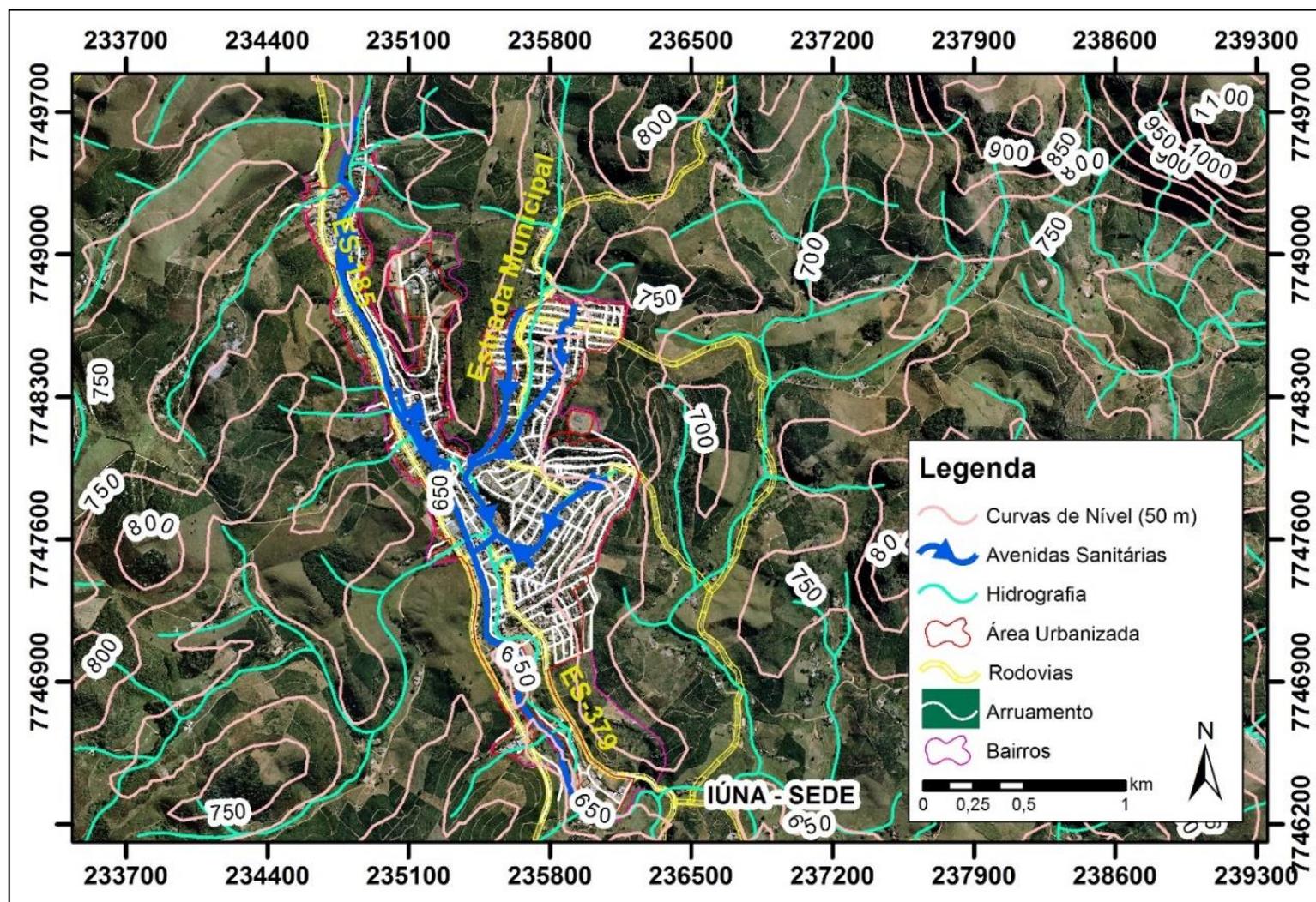
Fonte: Autoria própria.

Figura 11-2 - Principais avenidas sanitárias dos perímetros urbanos de São João do Príncipe, e Pequiá.



Fonte: Autoria própria.

Figura 11-3 – Principais avenidas sanitárias para o perímetro urbano da Sede.



Fonte: Autoria própria.

11.1.3 Elaborar proposta de medidas mitigadoras para os principais impactos identificados

11.1.3.1 Medidas mitigadoras para contenção de erosões e assoreamento

Assoreamento é o processo de deposição de sedimentos detríticos, restabelecendo contato com o fundo do leito devido à gravidade. Nesse processo age a resistência do meio fluido, que freia as partículas levando-as para o fundo, principalmente devido à turbulência. A sedimentação é um processo natural ocasionada por erosão de partículas e seu posterior transporte (TUCCI, 1998).

Porém, fatores antrópicos aceleram tal processo, o que causa efeitos negativos para o Meio Ambiente. Segundo Geotécnica (2007), no local de ocorrências de erosão, o solo se torna pobre em nutrientes, o ar ou curso d'água ficam poluídos e ocorre o assoreamento dos rios e reservatórios.

As inúmeras atividades relacionadas com o uso e ocupação do solo, como desmatamento, pecuária, agricultura, mineração, urbanização, entre outros, tem como consequências o assoreamento.

Segundo Magalhães (2001), a densidade e velocidade do escoamento, a espessura da lâmina de água, a declividade e comprimento da vertente e a presença de vegetação, são parâmetros dos quais o poder erosivo da água dependem. O tipo de vegetação e a extensão da área vegetada pode intensificar o processo.

O assoreamento em rios reduz o volume de água de algumas partes do curso d'água e conseqüentemente provoca o alagamento de outras, além de comprometer o fluxo das correntes e a navegabilidade do rio, também altera a visibilidade e a entrada de luz, e, ainda, reduz a renovação do oxigênio da água, sendo prejudicial a qualidade da mesma, acarretando um desequilíbrio dos ecossistemas.

Segundo Carvalho (2000), são fatores que contribuem para a erosão e transporte dos sedimentos em rios, gerando assoreamento:

- Quantidade e intensidade das chuvas;

- Tipo de solo e formação geológica;
- Cobertura e uso do solo;
- Topografia;
- Erosão das terras;
- escoamento superficial;
- Característica dos sedimentos;
- Condições morfológicas do canal.

O controle dos processos erosivos envolve: evitar o impacto das gotas de chuva; disciplinar o escoamento superficial seja ele difuso ou, em especial, concentrado e; facilitar a infiltração de água no solo.

Em áreas agrícolas, para se ter um aumento da cobertura do solo, aumento das taxas de infiltração de água no solo e redução do escoamento superficial, é aconselhável práticas como:

- Plantio em nível - técnica de plantio em fileiras perpendiculares ao sentido do declive.
- Controle de capinas - substituição de capina por roçada ou capina química resultam na manutenção de plantas vivas e/ou restos culturais na superfície do solo.
- Lançamento de resíduos - prática de adicionar resíduos de criatórios como esterco de bovinos, equinos e cama de frango, e resíduos vegetais como casca de café, resíduos de podas e palhada de milho na superfície do solo.
- Terraceamento - parcelamento de rampas niveladas
- Cordões de contorno - são constituídos de um canal (sulco) e um camalhão, feitos em curva de nível e distanciados de acordo com a declividade do terreno e a textura do solo.
- Cultivo mínimo: preparo mínimo do solo.
- Implantação de florestas comerciais com espécies adaptadas à região e a implantação de sistemas agroflorestais (SAFs) e silvopastoris.

Para áreas de pastagens, são também necessárias práticas de manejo conservacionistas, a fim de evitar o assoreamento, pode-se citar:

- Melhoria das condições químicas do solo - adequar o pH e teores de nutrientes do solo às exigências da gramínea implantada. Isso aumenta a capacidade de lotação e a cobertura do solo.
- Adequação da taxa de lotação - manter um número de animais que seja compatível com a produção de massa verde da área.
- Escolha de espécies - Devem ser adaptadas as condições de manejo, tipo de solo e clima.

Nas estradas, no intuito de melhorar as condições de trafegabilidade, e para a redução da velocidade de escoamento superficial de forma eficiente e para a ampliação das taxas de infiltração e conseqüente redução do escoamento superficial e erosão, recomenda-se estruturas como caixas secas e bacias de contenção, instaladas às margens de rodovias pavimentadas ou vicinais. Além disso, recomenda-se medidas como recobrimento de áreas não transitáveis com espécies herbáceas, principalmente gramíneas e recobrimento de taludes de corte e aterro.

Dois programas específicos são sugeridos, a serem criados, ou aperfeiçoados caso o Município já possua similares.

a) Programa de implantação de caixas secas nas estradas vicinais:

Caixas secas são reservatórios escavados, que devem ser implantados às margens de estradas rurais, com a finalidade de captar a água da chuva, de forma a armazená-la temporariamente permitindo que se infiltre gradativamente no solo.

Tal mecanismo, além de auxiliar no combate a erosão e conseqüente assoreamento dos rios, permite a conservação das estradas rurais e a alimentação de aquíferos subterrâneos.

Para definição dos locais mais eficientes para a implantação das mesmas, deve-se avaliar a declividade da estrada e o tamanho da área que escoar para a estrada.

Figura 11-4 – Exemplo de caixa seca implantada em estrada vicinal.

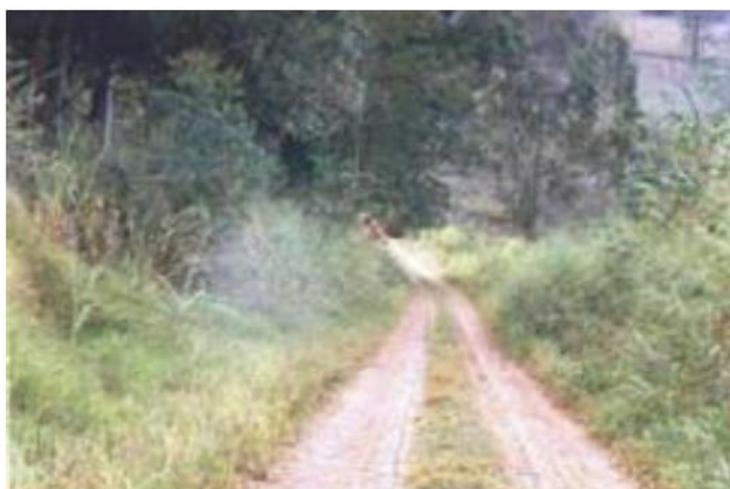


Fonte: Zemlya e Avantec (2013).

b) Programa de recobrimento de taludes

Os taludes de corte e aterro, assim como as áreas não transitáveis nas margens das estradas, devem ter seu uso do solo realizado por recobrimento, com espécies herbáceas e de preferência nativas, principalmente gramíneas, para que se potencialize a retenção e infiltração das precipitações no solo.

Figura 11-5 – Taludes de corte e aterro e áreas não transitáveis recoberto com espécies herbáceas em estrada vicinal.



Fonte: Zemlya e Avantec (2013).

11.1.3.2 Medidas mitigadoras gerenciais

Práticas de gestão eficiente da drenagem urbana são capazes de garantir o correto funcionamento da rede instalada, além de aumentar a sua vida útil, garantindo a minimização dos prejuízos durante os grandes eventos pluviométricos.

As medidas gerenciais são não estruturais, de baixo custo, podendo serem tomadas em caráter imediato, e capazes de trazer um retorno considerável em um curto período de tempo.

Uma delas, que diz respeito a manutenção do sistema de drenagem, é fundamental para permitir a efetividade de obras ao longo do tempo. Os problemas mais comuns observados nos sistemas de drenagem instalados são o assoreamento, o acúmulo de resíduos sólidos e o crescimento de vegetação. Além disso, as estruturas de drenagem devem estar aptas a receber, conduzir e armazenar as águas pluviais a qualquer momento, reduzindo o risco de inundações.

Por isso, as manutenções devem ser periódicas e executadas tanto em períodos secos como chuvosos, mesmo que com uma frequência diferenciada (SÃO PAULO, 2012). Como exemplo a execução da limpeza e desobstrução das bocas de lobo, dentre outros acessórios da rede, de forma periódica e programada, é capaz de minimizar os possíveis transtornos causados a população durante precipitações mais intensas.

As manutenções deverão ser mantidas em registro pela Secretaria Municipal responsável, para que haja o controle das limpezas e dragagens realizadas.

Para tanto, deverá ocorrer a designação de um profissional responsável para a gestão do eixo drenagem dentro da Prefeitura, a fim de organizar e alimentar um banco de dados, além de coordenar e gerir com planejamento as ações de drenagem urbana no Município, bem como o desenvolvimento de toda e qualquer questão relativa ao tema, assim como para o acompanhamento da aplicação das metas e programas propostos por este plano.

Da mesma forma deverá ocorrer a formulação de um fluxograma que tenha as diretrizes básicas de atendimento aos principais problemas apresentados pela rede de drenagem. Esta medida visa caracterizar as ações de forma padrão, aumentando a efetividade e rapidez das respostas, quando as manutenções

preventivas não foram suficientes para evitar algumas ocorrências. O Quadro 11-3 apresenta um exemplo das ações de manutenção a serem realizadas para as situações que ocorrem nas redes de drenagem.

Quadro 11-3 – Exemplo de respostas gerenciais a ocorrências com a rede de drenagem

Ocorrência de situações na rede de drenagem	Ações de resposta
Inexistência ou ineficiência da rede de drenagem urbana.	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar o uso do solo previsto para região em busca de desacordos com a legislação. - Comunicar a Secretaria de Obras e Serviços Públicos a necessidade de ampliação ou correção da rede de drenagem.
Presença de esgoto ou lixo nas galerias de águas pluviais	<ul style="list-style-type: none"> - Comunicar ao setor de fiscalização sobre a presença do lixo e esgoto. - Buscar expandir o trabalho de conscientização da população;
Presença de materiais de grande porte, como carcaças de eletrodomésticos, móveis ou pedras.	<ul style="list-style-type: none"> - Comunicar a Secretaria de Obras e Serviços Públicos sobre a ocorrência. - Buscar aumentar o trabalho de conscientização da população;
Assoreamento de bocas de lobo, bueiros e canais.	<ul style="list-style-type: none"> - Comunicar a Secretaria de Obras e Meio Ambiente sobre a ocorrência. - Verificar se as manutenções periódicas têm ocorrido;
Situações de alagamento, problemas relacionados à microdrenagem.	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar se as manutenções periódicas têm ocorrido; - Acionar a autoridade de trânsito para que sejam traçadas rotas alternativas a fim de evitar o agravamento do problema. - Propor soluções para resolução do problema, com a participação da população e informando a mesma sobre a importância de se preservar o sistema de drenagem.

Fonte: Adaptado de B&B Engenharia Ltda (2014).

O Quadro 11-4 ressalta as medidas mitigadoras a serem implementadas de forma imediata.

Quadro 11-4 - Medidas mitigadoras a serem implementadas no sistema de drenagem e suas prioridades no Município

Demandas	Dimensão da demanda	Prioridade
Manutenção dos cursos d'água de forma planejada	Limpeza do caminhamento urbano, com retirada de material assoreado e vegetação invasora do Curso d'água.	Imediata
Manutenção do sistema de macrodrenagem urbana de forma planejada	Desobstrução do sistema de macrodrenagem assoreado na Sede e distritos. Não há informação da extensão total das redes de macrodrenagem.	Imediata
Manutenção da rede de microdrenagem de forma planejada	Limpeza (principalmente das bocas de lobo) e reparos no sistema de drenagem.	Imediata
Crescimento sustentável das áreas urbanas	Fiscalização e ordenamento das construções urbanas	Imediata

Fonte: Autoria própria.

Um aspecto que merece destaque é o plano de ordenamento das áreas as margens dos cursos d'água urbanos. Nas áreas ribeirinhas os processos de inundações são

naturais, em que resultam da flutuação dos rios durante os períodos secos e chuvosos, ou seja, os rios geralmente possuem dois leitos: o leito menor, onde a água escoar na maior parte do tempo; e o leito maior, que é inundado quando ocorrem chuvas intensas.

O impacto devido à inundação ocorre quando a população ocupa o leito maior do rio. As ocupações nestas regiões sofrem as consequências destas oscilações naturais dos cursos hídricos, e que passa a provocar grandes prejuízos econômicos e sociais.

Desta forma, ressalta-se aqui a necessidade imediata do Município em motivar o ordenamento legal e institucional do uso e ocupação do solo de suas áreas, principalmente urbanas, promovendo uma ocupação planejada e sustentável.

Todas estas medidas imediatas supracitadas também possuem caráter contínuo, ou seja, são medidas de gestão que devem ser realizadas continuamente dentro de um ambiente planejado, e que tenham a capacidade de se aperfeiçoarem com as experiências adquiridas ao longo dos anos.

11.2 ALTERNATIVAS PARA O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS

Os serviços públicos de manejo das águas pluviais urbanas são constituídos por uma ou mais das seguintes atividades, segundo a Lei Federal 11.445 de 2007: drenagem urbana; transporte de águas pluviais urbanas; detenção ou retenção de águas pluviais urbanas para amortecimento de vazões de cheias; e tratamento e disposição final de águas pluviais urbanas.

Para que o Município possa atuar na prestação deste serviço em toda a área municipal é preciso conhecer o sistema existente de drenagem pluvial, delimitar as bacias contribuintes para cada trecho e estimar as vazões de escoamento superficial de águas pluviais, para a partir destes dados, estabelecer as melhorias necessárias.

Assim, têm-se como alternativa de atendimento à comunidade:

- A aquisição de cadastro do sistema de drenagem e informação planialtimétrica que possibilite a demarcação das sub-bacias urbanas para todo o Município;
- Elaboração de Plano Diretor de Águas Pluviais contendo minimamente:

- Modelagem hidrológica e dimensionamento hidráulico da macrodrenagem das sub-bacias urbanas;

- Indicar medidas estruturais e não estruturais para otimizar o sistema de drenagem e manejo de águas pluviais, em função dos problemas identificados durante o diagnóstico do Plano Municipal de Saneamento - Eixo Drenagem;

- Elaborar um cronograma de implantação destas alternativas.

Ainda, com base nas medidas mitigadoras têm-se ações estruturais e não estruturais elencadas como alternativas ao atendimento das demandas da drenagem pluvial, para os distritos e Sede do Município, com o intuito de mitigar os impactos existentes identificados.

Conforme Tucci (2005), as medidas estruturais são obras de engenharia implementadas para reduzir o risco de enchentes. Essas medidas podem ser extensivas ou intensivas. Entende-se por medidas extensivas aquelas que agem na bacia, procurando modificar as relações entre precipitação e vazão, como a alteração da cobertura vegetal do solo, que reduz e retarda os picos de enchente e controla a erosão da bacia. As medidas intensivas são aquelas que agem no curso d'água e podem acelerar ou retardar o escoamento ou facilitar o desvio do escoamento.

As medidas não estruturais correspondem às ações que visam diminuir os danos das inundações não por meio de obra, mas por meio de normas, leis, regulamentos e ações educacionais. Em geral, essas medidas são classificadas em: (i) medidas de gestão (planejamento e plano de ação de emergência); (ii) medidas de uso e ocupação do solo (legislação e infraestrutura verde) e (iii) educação ambiental.

Desta forma, é proposto a realização do cadastramento qualitativo da rede de drenagem, ou seja, do levantamento das dimensões e direções de escoamento das tubulações de drenagem do Município até certo diâmetro, que serão utilizados na gestão mais sólida e técnica do sistema, além de que servirão como base para o desenvolvimento do Plano Diretor de Águas Pluviais (PDAP) no futuro.

O cadastramento qualitativo da rede de drenagem, por sua vez, é uma demanda complementar e básica a necessidade maior que o Município possui de aumentar a eficiência na sua gestão deste eixo do saneamento.

Uma gestão eficiente deve ser capaz de planejar manutenções preventivas, agilidade nos reparos quando necessários, e ações de promoção da educação ambiental da população para redução do lançamento indevido de lixos ou ligação de esgoto na rede de drenagem, além de aproximar a mesma da Prefeitura, para auxiliar no levantamento de demandas de adequação das redes.

Dentro destas medidas gerenciais, é inserido a necessidade de se definir um funcionário público específico para a gestão da drenagem, bem como pela responsabilidade de compor, manter e aperfeiçoar um banco de dados com informações sobre as manutenções realizadas, problemas levantados pela população, ocorrência de alagamentos e inundações por chuvas com período de retorno, dentre outras ações.

Paralelamente o trabalho de fiscalização da Prefeitura quanto ao uso e ocupação do solo deve ser reforçado, de forma a impedir ocupações nas margens dos rios e córregos, que é considerada área de APP e deve ser preservada conforme legislação federal. Também devem ser intensificadas as fiscalizações referentes a compatibilização de uso do solo com o PDM, atendimento da TP mínima exigida por este, e de se buscar extinguir as ligações indevidas de lançamento de esgoto na rede de drenagem.

Assim sendo, o Quadro 11-5 abaixo apresenta as alternativas (estruturais e não estruturais), de necessidades qualitativas demandadas para o Município em face a se atender as questões de drenagem que permanecerão e tenderão a evoluir ou surgir conforme a evolução das demandas, para os diferentes períodos do plano.

Quadro 11-5 - Necessidade de serviços públicos com as metas.

Necessidade	Metas (curto, médio e longo prazo)
Ordenar o uso do solo, por fiscalização, a fim de se evitar a ocupação com construções em locais indevidos e de risco (respeitar as APP)	Imediato
Designar a responsabilidade da gestão da drenagem urbana a um servidor para planejamento específico	Imediato
Promover a manutenção planejada da rede de drenagem, e manter um banco de dados atualizado	Imediato
Realizar o cadastro qualitativo da rede de drenagem	Curto
Desenvolvimento de um PDAP para o Município	Longo

Fonte: Autoria própria.

11.3 REFERÊNCIAS

- B&B Engenharia Ltda. **Prognósticos e Alternativas para a Universalização dos Serviços de Saneamento Básico.** Objetivo e Metas: Várzea Paulista. São Paulo, 2014. Disponível em: <http://gove.varzeapaulista.sp.gov.br/include/concursos_publicos/pdfs/ou_146_844.pdf>. Acesso em: 13/02/2017.
- BONTEMPO, V. L.; OLIVIER, C.; MOREIRA, C. W. S.; OLIVEIRA, G. Gestão das águas urbanas em Belo Horizonte: avanços e retrocessos. **Rega** – Revista de Gestão de Água da América Latina. Vol. 9, n. 1, p. 5-16, 2012.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 10 de outubro de 2015
- BRASIL. Lei Nº 11.445, de 5 de Janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 08 de novembro de 2016.
- CAMPANA, N.A; TUCCI, C. E. M. Estimativa de área impermeável de macro-bacias urbanas. RBE, **Caderno de Recursos Hídricos**. Vol.2, n.2. 1994.
- CARVALHO, N. O; FILIZOLA Jr., SANTOS, P. M. C; LIMA, J. E. F. W. **Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios.** Brasília. ANEEL, 185p. 2000.
- CHERNICHARO, C. A. de L. e COSTA, A. M. L. M. da. **Drenagem Pluvial. In: Manual de Saneamento e Proteção Ambiental Para os Municípios.** Vol. 2 – Saneamento. Escola de Engenharia da UFMG. 1995.
- ESPÍRITO SANTO. Lei Estadual nº 9.864, de 26 de junho de 2012. **Dispõe sobre a reformulação do Programa de Pagamento por Serviços Ambientais.** Disponível em: < <http://www.al.es.gov.br>>. Acesso em: 06 de novembro de 2016.
- GEOTÉCNICA. **Cartilha Erosão.** 3. ed. Brasília: José Camapum de Carvalho e Noris Costa Diniz, 2007. 34 p. Disponível em: <http://www.geotecnia.unb.br/downloads/publicacoes/cartilhas/cartilha_erosao_2007.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2015.
- MAGALHÃES, R, C. Erosão: Definições, tipos e formas de controle. **VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão:** Goiânia. p. 2. 2001.
- MENEZES FILHO, F. C. M. de; TUCCI, C. E. M. Alteração na redação entre densidade habitacional x área impermeável: Porto Alegre – RS. **Revista de Gestão de Água da América Latina** - REGA. Vol. 9, n. 1, p. 49-55. 2012.
- NASCIMENTO, N. et al., 2006: **Long term uncertainties and potential risks to urban waters in Belo Horizonte.** SWITCH Project. First SWITCH Scientific Meeting, University of Birmingham, UK, 9-10 Jan 2006. Disponível em http://www.switchurbanwater.eu/outputs/pdfs/CBEL_PAP_Uncertainties_and_risks_to_urban_waters_BH.pdf. Acessado em 15 de outubro de 2016.
- SÃO PAULO. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: gerenciamento do sistema de drenagem urbana.** São Paulo: Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano, p.168, 2012.
- TUCCI, C. E. M. Plano Diretor de Drenagem Urbana: princípios e concepção. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** – RBRH. Vol. 2, n. 2. 1997.
- TUCCI, C. E. M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas.** Ed. Rosana Lobo, Porto Alegre, RS, p. 194, 2005.
- TUCCI, C.E.M.. **Modelos Hidrológicos.** Edit. UFRGS ABRH 652 p, 1998.
- VASCONCELOS, G. B.; YAMAKI, H. T. Plano inicial de Londrina e sua relação com as águas. In: CARVALHO, M. S. de (org.). Geografia, meio ambiente e desenvolvimento. Londrina: UEL, 2003.
- TUCCI, C.E.M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas.** Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco, 2005.

12 CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS E EVOLUÇÃO – PROSPECTIVA DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO – PPE

12.1 NOTAS METODOLÓGICAS

Após todos os estudos que envolveram o diagnóstico e possibilitaram conclusões e inferências acerca dos quatro eixos do saneamento básico municipal bem como do processo de mobilização social, a etapa final de elaboração desse Prognóstico refere-se à construção dos cenários prospectivos. Para tanto, adotou-se a mesma base metodológica admitida na Elaboração do Plansab (BRASIL, 2015), em que pese de forma especial a utilização da Prospectiva Estratégica (GODET, 1994; GODET, 2006; GODET *et al.* 2004; GODET e DURANCE, 2007) para a elaboração dos cenários, com vistas à viabilização e efetivação dos objetivos estratégicos. A metodologia adaptada foi utilizada com êxito na elaboração dos Planos Municipais do Condoeste, sendo realizados alguns breves ajustes, adaptações e melhorias no presente estudo.

A prospectiva estratégica “entende que a complexidade dos problemas do cotidiano faz com que a elaboração de um plano exija a utilização de métodos tão rigorosos quanto participativos” (SILVEIRA, HELLER, REZENDE, 2013). Por essa razão, foram consideradas rigorosamente, mesmo com a necessidade de sumarização, todas as informações detalhadas pelas equipes técnicas, incluindo com destaque as conclusões retiradas dos relatórios de mobilização social.

Após a elaboração dos diagnósticos, foram percorridas as seguintes etapas, quais sejam:

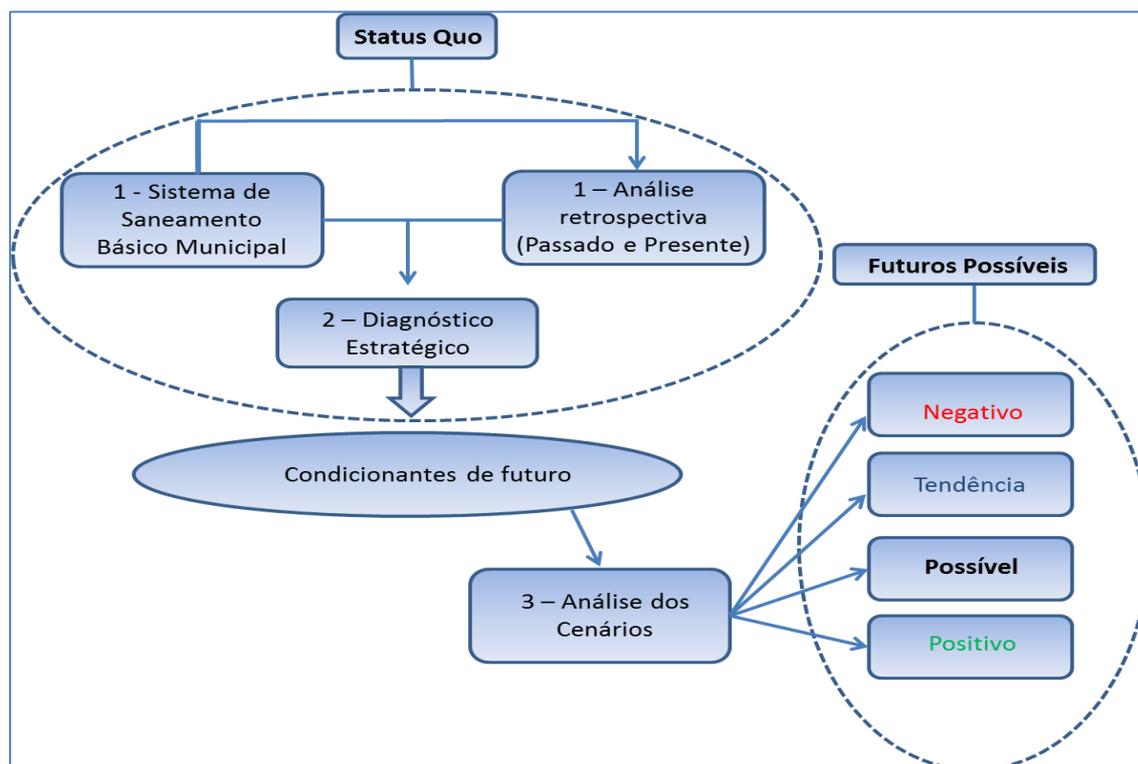
- a) Sistematização dos diagnósticos separadamente para cada eixo que compõe o saneamento básico, identificando dentro de determinadas categorias os problemas, os desafios, os avanços e as oportunidades. As categorias consideradas foram: Meio ambiente; Socioeconômica; Operacional; Atendimento ao Usuário; Finanças e Institucional. As informações fornecidas pelos usuários também foram consideradas como importante insumo dessa sistematização. Assim, tem-se nessa etapa a situação atual encontrada no município;
- b) Identificação de eventos caracterizados como direcionadores de futuro, ou seja, processos planejados ou em curso que podem interferir diretamente na economia local, nas finanças municipais, nos processos migratórios, nos usos e

ocupação do solo, entre outros. O objetivo é avaliar em que medida os direcionadores de futuro podem interferir no cotidiano do município e, eventualmente ou sistematicamente, impactar o Sistema de Saneamento Básico. Vale ressaltar que o *status quo* do saneamento básico no município por si só pode condicionar seu futuro, porém, buscou-se ir além das informações do sistema, já que diversos eventos, inclusive os alheios atualmente ao município, podem exercer impactos importantes no futuro. Por esse motivo, buscou-se reunir de forma sistemática informações estratégicas que possam impactar diretamente o município. Por meio disso será possível determinar algumas tendências e propor ações para potencializá-las ou mitigá-las; e

c) Descrição dos cenários prospectivos para o saneamento básico do Município, a fim de apresentar os futuros possíveis para os próximos 20 anos. A metodologia envolveu a construção de quatro cenários futuros, quais sejam: Negativo; Tendência (a partir da continuidade do que se tem no presente); Possível; e o Positivo (desejável). A possibilidade de ocorrência desses cenários está contingenciada por fatores sociais, políticos, econômicos, legais e ambientais complexos e dinâmicos. É mister lembrar que a efetivação de um ou outro cenário se dará conforme o Sistema de Saneamento seja operado nos próximos anos. Para cada um desses cenários também foram consideradas as seguintes categorias: Meio Ambiente; Socioeconômica; Operacional; Atendimento ao Usuário; Finanças e Institucional, respeitando as categorias sistematizadas.

A representação conceitual e esquemática do processo que envolveu a construção dos cenários está consolidada na Figura apresentada a seguir.

Figura 12-1 - Esquema Metodológico para de Elaboração dos Cenários Prospectivos.



Fonte: Autoria própria.

Cabe pontuar que “o propósito dos cenários exploratórios é identificar o sentido em que caminha o ambiente, fornecendo suporte para a tomada de decisão no presente, em face dos futuros possíveis” (FRANCO, 2007, p. 12). Nesse estudo, o cenário Negativo representa a materialização concomitante de todos os componentes negativos apurados ao longo do diagnóstico, inclusive a partir das queixas dos usuários. Trata-se de uma situação com a qual se deseja romper completamente. Esse é o tipo de cenário que Franco (2007) caracteriza como Projetivo, em que haveria uma extrapolação dos fatores negativos, que moldaram o passado e o presente, para o futuro.

Já o cenário de Tendência representa aquilo que se alcançará se for mantido o *status quo*, o que também aparece como um Cenário Projetivo, ou seja, o passado se projetando para o futuro. Parece claro que somente se busca manter aquilo que sempre se desejou. Nesse sentido, o cenário da Tendência somente pode ser concebido caso a forma como se faz e se encontra o Saneamento Básico no município convirja/conflua integralmente para o Cenário desejado (Positivo).

A análise do cenário Possível considera todas as contingências, os condicionadores de futuro, a disponibilidade de recursos, e prospecta aquilo que se

pode alcançar e avançar no município a partir dos esforços integrados dos diversos atores. Por fim, o cenário Desejável representa aquilo que se almeja como situação ideal, a qual se sumariza como a universalização dos serviços de saneamento básico com plena satisfação do usuário e alta qualidade dos serviços prestados.

O cenário Positivo é caracterizado por Franco (2007, p. 12) como cenário prospectivo, pois “ampliam as possibilidades do futuro, analisam diversas tendências e consideram que o futuro pode ser completamente diferente do passado”. Já o cenário Possível é um cenário normativo, pois aponta para os caminhos a serem percorridos a fim de se atingir um objetivo específico, completamente exequível (BORJESON *et al.*, 2005). Mais uma vez, vale destacar que essa metodologia busca erguer as pontes para a construção de um futuro possível, levando em conta o futuro desejado pelos diversos atores envolvidos com o Saneamento Básico Municipal.

12.2 SISTEMATIZAÇÃO DOS DIAGNÓSTICOS: PROBLEMAS E DESAFIOS, AVANÇOS E POTENCIALIDADES

Nesta seção são analisados os condicionantes estruturais e conjunturais relativos aos quatro eixos do saneamento básico do Município de Lúna, além de uma análise dos aspectos da mobilização social no município. Nesse processo foi realizada uma sistematização de todos os eventos e características relevantes apontados em detalhe nos diagnósticos técnicos participativos, os quais serão utilizados como referência para a prospecção dos cenários. Para tanto, são discutidos os problemas e os desafios, bem como os avanços e potencialidades.

A organização das informações em problemas e desafios e avanços e potencialidades por Diretrizes tem como objetivo apontar de forma organizada as áreas de ação. Como se pode observar, alguns problemas e desafios são inerentes a mais de uma Diretriz, já alguns avanços e potencialidades também são afetados a mais de uma categoria de análise ou a mais de um eixo do saneamento básico. Por essa razão, por vezes, os temas se repetem, sobretudo quando se trata de abastecimento de água e esgotamento sanitário. A integração entre os quatro eixos é o ponto de partida para as discussões apresentadas a seguir, e isso será levado em conta definitivamente na elaboração dos cenários prospectivos.

12.2.1 Sistema de Abastecimento de Água

Quadro 12-1 - Sistematização Problemas, Desafios, Avanços e Oportunidades do Sistema de Abastecimento de Água.

Diretrizes	Condicionantes	
Meio Ambiente	Problemas e Desafios	1. Pontos de lançamento doméstico e lavador de café a montante da captação que abastece a ETA Santíssima Trindade.
		2. Conscientizar os usuários para manter o volume per capita consumido.
		3. Água captada no rio Pardo, córrego Trindade e em algumas localidades do Ribeirão Perdição é considerada poluída pelos moradores da região.
		4. Incentivar o reflorestamento e recuperação da mata ciliar.
		5. Proteger, preservar e monitorar todos os mananciais (córregos, nascentes, rios, poços), destacando-se a nascente de Serrinha.
		6. Moradores de Santíssima Trindade identificaram lançamento de agrotóxicos nos corpos d'água.
Socioeconômico	Problemas e Desafios	1. Conscientizar a população sobre a importância de fazer a ligação do domicílio à rede de abastecimento de água.
		2. Ocupações irregulares ao longo das áreas de preservação permanente do rio Pardo.
		3. Ocorrência de doenças como diarreia (bairro Sossego, localizado na Sede), coceiras na pele (comunidade Bom Sucesso).
	Avanços e Potencialidades	1. Programa Saúde da Família (PSF). 2. Criação do Projeto Água.
Operacional	Problemas e Desafios	1. Fornecer tratamento de água nas regiões de Rio Claro
		2. Necessidade de manutenção no reservatório localizado na região do Príncipe.
		3. Providenciar o funcionamento do floculador, decantador e laboratório, instalados na ETA Príncipe, que se encontram fora de operação.
		4. Irregularidade na distribuição de água, principalmente no período noturno, nos bairros Guanabara e Nossa Senhora da Penha, localizados na Sede.
		5. Cadastrar todos os poços coletivos e individuais: identificação, vazão, população abastecida, prazo de funcionamento e qualidade da água.
		6. Fornecer manutenção e monitoramento em poços de captação em regiões onde não são abastecidas pela CESAN.
	7. Construção de caixas secas nas lavouras.	
Avanços e Potencialidades	1. Previsão de construção de futura ETA no distrito de São João do Príncipe.	
Atendimento ao Usuário	Problemas e Desafios	1. Ampliar o sistema de abastecimento para as regiões de Terra Corrida, Bom Sucesso, Sossego, Fazenda Alegria, Laranja da Terra, Boa Sorte e Santíssima Trindade
	Avanços e Potencialidades	1. CESAN possui canal aberto e direto de atendimento aos usuários.
Financeiro	Avanços e Potencialidades	1. Investimentos em sistema abastecimento de água.

Diretrizes	Condicionantes	
		2. Tarifa paga à CESAN é considerada justa e apresenta baixa inadimplência.
Institucional	Avanços e Potencialidades	1. O município possui Plano Municipal de Saneamento do ano de 2015.

Fonte: Autoria própria.

Este Diagnóstico compreende o levantamento da situação e descrição do estado atual do sistema de abastecimento de água do município de Lúna, focando os aspectos estrutural e operacional, bem como suas dimensões quantitativas e qualitativas, relativos ao planejamento técnico, à cobertura do atendimento, às infraestruturas e instalações, às condições operacionais, à situação dos mananciais, às áreas de possível risco de contaminação, à existência e situação de áreas eventualmente não atendidas pelo sistema público, à existência de soluções alternativas de abastecimento e aos aspectos de capacidade de atendimento futuro.

O Sistema de Abastecimento de Água (SAA) de Lúna é operado pela CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento tanto no distrito Sede quanto nos demais distritos do interior. Onde o SAA de Lúna não atende, a captação é feita diretamente de corpos hídricos, ou poços artesianos, muitas vezes sem interferência ou participação direta da companhia ou mesmo da Prefeitura.

O abastecimento de água para Lúna é feito através de captações em mananciais de superfície e poços artesianos. Os principais mananciais que abastecem o sistema de abastecimento do município são o córrego Vista Alegre (a mais antiga captação do sistema), o rio Pardo, o córrego no distrito de Santíssima Trindade e o córrego no distrito de Nossa Senhora das Graças, e por fim os córregos Antônio Pedro e Tanque.

A concessionária de abastecimento realiza monitoramento mensal da qualidade da água nos mananciais de captação, porém os dados do monitoramento não foram disponibilizados para este diagnóstico.

A tomada de água é feita por diversos tipos de captações, sendo em mananciais de superfície ou poços artesianos. Segundo dados da CESAN estes mananciais possuem atualmente capacidade adequada para suprir a demanda de abastecimento do município de Lúna, no entanto, o sistema produtor requer ampliações futuras. A captação do córrego Vista Alegre supre a ETA Lúna, a

principal do município, a qual é realizada através de um barramento de concreto, e a sua adução é feita por duas canalizações.

A captação no distrito de Santíssima Trindade é responsável por alimentar a ETA Santíssima Trindade, e a captação em Nossa Senhora das Graças alimenta a ETA de mesmo nome. Existe ainda a captação que atende o distrito de São João de Príncipe e outra que atende a região de Rio Claro, porém nenhuma é operada pelo SAA da CESAN.

A captação do distrito de Nossa Senhora das Graças conta com bombas centrífugas, com acionamento remoto, podendo ser ligado/desligado da ETA.

A captação do distrito de Santíssima Trindade é realizada para abastecer a ETA Santíssima Trindade. Existem pontos de lançamento de efluente doméstico e lavador de café a montante da captação.

A captação para abastecer o distrito de Serrinha é localizada dentro de uma propriedade rural produtora de café. As instalações, que sofreram danos com a cheia de 2013, foram reparadas de forma paliativa.

A captação do distrito de Príncipe é a principal fonte hídrica do distrito e requer manutenção constante. Atualmente está com nível muito baixo de água, mas ainda atende a demanda da região com auxílio do reservatório.

As Estações de tratamento em operação pelo SAA Iúna são: ETA Iúna Sede, ETA Pequiá e uma futura ETA no distrito de São João de Príncipe, essas operadas pela CESAN. Já as estações de tratamento existentes em Santíssima Trindade, Nossa Senhora das Graças e São João do Príncipe não fazem parte das operações do sistema da CESAN.

A ETA Iúna Sede é do tipo convencional completa, em estrutura de concreto armado. O sistema de tratamento da água possui regime de operação de 18 horas/dia, com vazão média de 47,29 L/s.

A ETA Pequiá é do tipo convencional completa, em estrutura de concreto armado. O sistema de tratamento da água possui regime de operação de 12 horas/dia, com vazão média de 2,5 L/s.

A ETA Nossa Senhora das Graças é mantida pelos moradores do distrito de Nossa Senhora das Graças, tem reservatório de 40.000 litros e recebe água bruta da

captação no corpo d'água e de uma nascente 3 km acima que faz o envio por gravidade.

A ETA Santíssima Trindade possui reservatório de 90.000 litros e a limpeza do decantador e floculador é feita a cada 15 dias. A estação é mantida pela associação de moradores do distrito de Santíssima Trindade, que emite boleto para as casas da região.

A ETA Príncipe atualmente funciona apenas com reservatório, o qual foi instalado em 2007 e hoje abastece cerca de 130 casas. Os moradores dão uma contribuição de R\$ 4/mês para custear os reparos e auxílio de custo para o operador que faz a limpeza anual do mesmo e manutenção da tubulação desde a captação.

O SAA Lúna conta com reservatórios na sede, nos distritos de Pequiá, Nossa Senhora das Graças, Santíssima Trindade, Príncipe, e Rio Claro. Sendo estes do tipo semi-enterrado, apoiado e elevado. Os materiais que constituem esses reservatórios são de estrutura de concreto armado, metálico, e fibra de vidro.

Atualmente o sistema de distribuição de água de Lúna possui aproximadamente 43,35 km de rede de distribuição no distrito Sede. Já o distrito de Pequiá possui aproximadamente 3,8 km de rede de abastecimento. No distrito Sede a rede possui diâmetro de até 300 mm, sendo que pouco mais de 50% dela possui diâmetro de 50 mm. Os diâmetros mínimo e máximo utilizados no distrito de Pequiá são de 20 mm e 75 mm, respectivamente.

As redes de distribuição que abastecem a região de Pequiá, saem da ETA por recalque em tubulação que depois se divide, como apresentado na tabela 1.2, com aproximadamente 3.841 m de extensão.

O SNIS apresenta para o ano de 2014, um consumo per capita para o município de Lúna de 164.83 L/hab.dia.

O serviço de abastecimento de água na Sede em 2015 atendeu a 92,4% da população de Lúna. No entanto, a cobertura disponível é de 98,1%. Entende-se como população atendida àquela que contribui para o faturamento da companhia. Entende-se como população coberta toda aquela alcançada pelos serviços da CESAN. Isso significa que 98% da população é alcançada pelo serviço de abastecimento de água, cerca de 6% da população não fez a ligação ao sistema

De acordo com a comunidade local, no geral, o SAA de Lúna apresenta regularidade no fornecimento de água, ocorrendo problemas de distribuição apenas em dois pontos específicos do sistema que são descritos no item a seguir.

O índice de perdas na distribuição não foi fornecido pela CESAN. Já o SNIS apresentou para o ano de 2014 um índice de perdas na distribuição de 27.13%. O índice de perdas no faturamento não foi fornecido pela CESAN. Já o SNIS apresentou para o ano de 2014 um índice de perdas no faturamento de 16.4%.

A CESAN atende a Sede e o distrito de Pequiá, sendo assim, nos demais distritos a captação, feita diretamente de corpos hídricos, sem a interferência da CESAN, e tratamento da água bruta são de responsabilidade da prefeitura, do Pró-Rural ou da comunidade.

Na comunidade rural de Terra Corrida, do distrito Sede, na comunidade rural de Bom Sucesso, no bairro Sossego, do distrito Sede, na comunidade de Fazenda Alegria, do distrito de Pequiá, na comunidade de Laranja da Terra, do distrito de Pequiá, na comunidade de Boa Sorte, do distrito de Pequiá, na Vila de Boa Sorte, do distrito de Nossa Senhora das Graças não há abastecimento público de água pela CESAN, e a alternativa encontrada para haver distribuição de água é a utilização de poços nascentes.

Para garantir a qualidade da água produzida nas Estações de Tratamento de Água, os profissionais técnicos de operação da ETA trabalham em regime de escala e, além das atividades diretas de operação do processo de tratamento da água, realizam também análises da qualidade da água por ela recebida e produzida levando-se em conta os parâmetros: pH, Turbidez, Cor, Flúor, Cloro, Alumínio, etc. Mensalmente são realizadas aproximadamente 1900 análises físico-químicas e 40 análises bacteriológicas em água tratada.

Segundo a CESAN, no município de Lúna há o monitoramento da água distribuída das ETAs Lúna Sede e Pequiá. As demais ETAs situadas no município que não são operadas pela CESAN não foi informado se há controle da água distribuída.

O município de Lúna está localizado em duas bacias hidrográficas diferentes, as bacias do rio Itapemirim e do rio Doce. A primeira bacia que compõe a paisagem hidrográfica do município é a do rio Itapemirim, cuja área é de 185 km², destacando-

se como principais rios o Pardo, o Pardinho e o Rio Santa Clara (Plano Municipal de Saneamento Básico, 2015).

A Bacia do Rio Itapemirim compreende 17 municípios do Estado do Espírito Santo (Alegre, Atílio Vivacqua, Cachoeiro de Itapemirim, Castelo, Conceição do Castelo, Ibatiba, Ibitirama, Irupi, Itapemirim, Iúna, Jerônimo Monteiro, Marataízes, Muniz Freire, Muqui, Vargem Alta, Presidente Kennedy e Venda Nova do Imigrante), e o município de Lajinha, em Minas Gerais, perfazendo um total de aproximadamente 500 mil habitantes e uma área de drenagem de aproximadamente 6.014 km².

A Bacia do Rio Itapemirim possui área de 687 000 hectares, geograficamente situada entre os meridianos 40°48'e 41°52' de longitude W.G. e entre os paralelos 20°10' e 21°15' (Plano Municipal de Saneamento Básico, 2015).

Os conflitos existentes e potenciais resumem-se na necessidade da preservação dos rios para a obtenção de água potável frente à existência das atividades poluidoras relatadas. As precipitações na bacia são variáveis ao longo de seu curso, sendo menores na faixa litorânea, entre 1.020 e 1.240 mm anuais, ocasionando déficit hídrico na região. Na região da serra do Caparaó - cujo -ponto culminante atinge 2.891,98 m de altitude (Pico da Bandeira) a precipitação aumenta um pouco, em torno de 1.570 mm anuais.

A segunda bacia que compõe a estrutura hidrográfica do município é a bacia do rio Doce. A bacia hidrográfica do rio Doce está situada na região Sudeste, entre os paralelos 18°45' e 21°15' de latitude sul e os meridianos 39°55' e 43°45' de longitude oeste, compreendendo uma área de drenagem de cerca de 83.400 km², dos quais 86% pertencem ao Estado de Minas Gerais e o restante ao Estado do Espírito Santo.

A disponibilidade hídrica superficial é a quantidade de água que tem-se disponível no rio. O cálculo dessa disponibilidade é estatístico e está sempre associado à probabilidade de ocorrência (AGERH-ES, 2016).

Segundo dados do SNIS 2016, ano base 2014, o município possuía um sistema de abastecimento de água com índice de atendimento de apenas 47,5% da população total. Considerando apenas a população urbana, o índice de atendimento sobre para 83,0%, o que mostra que a maior parte população do município vive em áreas rurais pouco acesso ao sistema de abastecimento.

12.2.2 Sistema de Esgotamento Sanitário

Quadro 12-2 - Sistematização dos Problemas, Desafios, Avanços e Oportunidades do Sistema de Esgotamento Sanitário.

Diretrizes	Condicionantes	
Meio Ambiente	Problemas e Desafios	1. Conscientizar os usuários do recurso para reduzir o volume per capita consumido.
		2. Proteger, preservar e monitorar todos os mananciais (córregos, nascentes, rios, poços).
3. Lançamento de esgoto industrial nos corpos d'água em todo o município		
4. Manter as licenças ambientais atualizadas com o órgão ambiental		
5. Lançamento de esgoto in natura por intermédio da rede coletora em terrenos no bairro Guanabara e em Pequiá		
	Avanços e Potencialidades	1. Plano Municipal de Saneamento Básico, elaborado pela Prefeitura Municipal de Iúna
Socioeconômico	Problemas e Desafios	1. Lançamento de esgoto direto nos corpos d'água
		2. Esgoto a céu aberto dos distritos Sede (comunidade de Bom Sucesso e Córrego do Sossego), Nossa Senhora das Graças (saída para Ibitirama), Santíssima Trindade (loteamento de baixa renda)
		3. Expandir rede de coleta de esgoto nos distritos Sede e Nossa Senhora das Graças
		4. Ocorrência de verminoses e esquistossomose em loteamento no distrito de Santíssima Trindade
		5. Ocorrência de verminoses, alergias e diarreias, Na sede do município, na comunidade de Bom Sucesso
		6. Necessidade de construção de fossas na zona rural
Operacional	Problemas e Desafios	1. Expandir o serviço de coleta de efluentes em todo o município
		2. Ligação indevida de efluentes na galeria de água pluvial
		3. Expandir o sistema de tratamento de efluentes em todo o município
		4. Monitorar os efluentes das ETEs do município
		5. Sistemas de tratamento com Reator UASB e Fossa filtro, localizado no distrito Sede estão desativados
Atendimento ao Usuário	Avanços e Potencialidades	1. CESAN possui canal aberto e direto de comunicação
Financeiro	Avanços e Potencialidades	1. Plano de Investimentos com metas de implantação, expansão, melhorias operacionais e gestão para o SES e estimativa de investimentos a curto, médio e longo prazo
Institucional	Problemas e Desafios	1. Necessidade de ampliar a fiscalização do lançamento inadequado de esgoto e agrotóxicos nos cursos d'água
	Avanços e Potencialidades	1. Fiscalização pelo IDAF e Secretaria de Meio Ambiente de lançamentos de esgoto e agrotóxicos nos corpos d'água do município

Fonte: Autoria própria.

O Diagnóstico Situacional procurou identificar e retratar o estágio atual da gestão dos serviços, envolvendo os aspectos quantitativos e qualitativos operacionais e das infraestruturas atinentes à prestação do serviço de esgotamento sanitário do Município de Iúna. Para isso, foram identificadas as suas deficiências e causas

relacionadas à situação da oferta e do nível de atendimento, às condições de acesso e à qualidade da prestação do serviço.

O município de Lúna e a Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN) firmaram contrato de concessão para exploração dos serviços de coleta, transporte, tratamento e disposição de esgotos sanitários na Sede e/ou em quaisquer localidades situadas em sua área territorial que apresentem viabilidade técnica e econômica, com validade indeterminada. O município de Lúna tem como principal bacia de contribuição o Rio Pardo que recebe cargas d'água de diversos Córregos que cortam o município.

O sistema de esgotamento sanitário da sede do município é de responsabilidade da prefeitura, porém não está em operação. O Sistema é composto de uma estação de tratamento tipo UASB + Biofiltro com capacidade de 20,5 L/s, construída em aço, uma estação fossa séptica / filtro anaeróbio em concreto, três estações elevatórias e uma pequena extensão de rede coletora.

As áreas urbanas dos distritos de Pequiá, Nossa Senhora das Graças, Santíssima Trindade e São João do Príncipe possuem, cada um, sistemas de tratamento anaeróbios do tipo fossa séptica e filtro anaeróbio operado pela Prefeitura Municipal de Lúna e encontram-se desativados, apenas em São João do Príncipe que está funcionando, porém de forma precária.

Segundo o Plano Municipal de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário elaborado pela CESAN, o sistema de esgoto foi implantado gradativamente à medida que recursos financeiros eram captados para implantação do sistema anteriormente concebido. Constatou-se que não existe cadastro completo das poucas redes coletoras implantadas na área urbana do município. Já em Pequiá, existe uma rede coletora de esgoto que atende a 80% da população urbana.

Os sistemas de tratamento de esgotos sanitários coletivos presentes no município de Lúna encontram-se na Sede do distrito que possui um Reator UASB + Biofiltro, porém nunca foi utilizado, um sistema Fossa Filtro que está desativado e no distrito de Pequiá existe outro sistema Fossa Filtro.

Segundo o Censo 2010, apenas 10 domicílios na área urbana do distrito, equivalente a 0,18%, fazem uso de fossa séptica, considerada uma forma de tratamento individual de esgoto sanitário.

Entre os distritos do município de Lúna, apenas os distritos de Pequiá e São João do Príncipe apresentam domicílios que fazem uso de fossa séptica. O primeiro possui apenas 1 domicílio, correspondendo a 0,09% dos domicílios existentes na região, já o distrito de São João do Príncipe possui 69 domicílios, cerca de 14,47%.

A sede de Lúna possui um sistema do tipo Reator UASB no bairro Guanabara que está desativado e um sistema do tipo Fossa Filtro também no bairro Guanabara. De acordo com Plano Municipal de Saneamento Básico de Lúna, a ETE de Reator UASB tem uma capacidade de tratamento de 20,5 L/s, com possibilidade de atender cerca de 13.838 habitantes.

Nos distritos de Lúna, o único que possui uma ETE do tipo Fossa Filtro é o distrito de São João do Príncipe, que atende cerca de 8 domicílios. Na ETE não é realizado o monitoramento da vazão, da eficiência e nem da qualidade do corpo receptor, além de não receber manutenção.

Na Sede de Lúna por não ter uma Estação de Tratamento de Esgoto, cerca de 254 domicílios lançam seu esgoto in natura em corpos d'água, o que corresponde a 4,48% dos domicílios da região. Nos distritos de Lúna, aproximadamente 281 domicílios lançam seus dejetos in natura sem nenhum tratamento prévio.

Nas áreas rurais do município, a solução alternativa gira em torno de lançamento direto e fossa rudimentar, muitas vezes construídas pelos próprios moradores, em virtude do conceito construtivo simples e bem conhecido (o que não se traduz em bom dimensionamento e eficiência de tratamento), e economicamente mais acessível.

Atualmente, as únicas informações sobre as redes coletoras existentes são sobre a cobertura de 80% da área urbana em Pequiá. Porém, não há dados de ligações nas redes existentes em nenhum dos distritos e comunidades.

Segundo o SIDRA (2010), nas áreas urbanizadas do município de Lúna foram contabilizados 5.221 domicílios com acesso a instalações hidrossanitárias, seja de uso exclusivo ou coletivo, representando cerca de 60% dos domicílios municipais. A área rural municipal, geralmente qualificada muito mais negativamente que a área urbana quanto ao déficit hidrossanitário, apresentou 0,14% dos domicílios municipais (12 domicílios) não tinha nem banheiro de uso exclusivo nem sanitário.

Em todo o município de Lúna, tanto na sede quanto nos distritos, há ocorrência de lançamentos de esgotos *in natura* nos Rios, Ribeirões e Córregos locais, especialmente no Rio Pardo e no Rio José Pedro, nos Ribeirões Perdição e Trindade e no Córrego do Príncipe e outros córregos que cortam o município, assim como o uso de soluções individuais pouco eficientes no tratamento, como é o caso de fossas sépticas e fossas rudimentares nas áreas rurais e também na sede do município. Estas soluções adotadas deixam de ser um ponto a favor para a saúde e segurança da população quando não são operadas de maneira eficiente, passando a colaborar severamente para a alteração da qualidade dos corpos hídricos.

12.2.3 Sistema de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais

Quadro 12-3 - Sistematização dos Problemas, Desafios, Avanços e Oportunidades do Sistema de drenagem e manejo de águas pluviais.

Diretrizes	Condicionantes	
Meio Ambiente	Problemas e Desafios	Ocorrência de processos de assoreamento de corpos d'água.
		Apesar de Lúna apresentar 23,3% de áreas de preservação cobertas com florestas, ainda existem pastagens de baixa qualidade, agricultura de baixo nível tecnológico e desmatamentos indevidos.
	Avanços e Potencialidades	Controle de erosão nas vias com a implantação/aperfeiçoamento do sistema de drenagem e caixas secas nas estradas vicinais.
		Manutenção dos fragmentos de mata nativa. Expansão da cobertura vegetal (projeto reflorestar) e uso de práticas de manejo adequado em pastagens e áreas agrícolas.
Operacional	Problemas e Desafios	Ocorrência de redução da seção hidráulica devido a presença de pontes na rua Argemiro G. Silva, no Bairro Niterói
		Baixa eficiência do sistema de drenagem urbana, registrando a ocorrência de falhas de operação por falta de planejamento das operações e precária manutenção preventiva e corretiva.
		Intensificação dos alagamentos e erosões em áreas sem sistema de drenagem.
		Atuação pautada pela emergência e necessidade de resposta a falhas no sistema com reduzida capacidade de realização de projetos de ampliação e melhoria.
	Existência de ruas não pavimentadas próximo às áreas urbanas que contribuem para o assoreamento da rede de drenagem, ou mesmo para a sobrecarga do sistema a jusante.	
Avanços e Potencialidades	Efetuar o PDAP do Município para definir as intervenções nos locais críticos.	

Diretrizes	Condicionantes	
		Planejamento integrado das operações, dimensionamento adequado das estruturas e manutenção periódica preventiva e corretiva.
		Redução dos alagamentos e erosões com a implantação da rede de drenagem nas regiões ainda não atendidas e de acordo com estudos de ampliação das áreas urbanas.
		Cadastramento do sistema de drenagem e registro das operações de manutenção. Disponibilizar servidor responsável pela gestão da drenagem no Município.
		Construção/melhoria da pavimentação.
Atendimento ao Usuário	Problemas e Desafios	Lançamentos indevidos de esgoto e resíduos no sistema de drenagem, comprometendo a qualidade de água.
		Manutenção da atual capacidade de atendimento do sistema de drenagem com perda de qualidade no atendimento à população.
	Avanços e Potencialidades	Ampliação do sistema de coleta e tratamento do esgoto na área urbana e tratamento individual na área rural, assim como da coleta de resíduos sólidos.
		Ampliação da qualidade e da capacidade de atendimento dos serviços de drenagem urbana de acordo com o crescimento populacional.
Institucional	Problemas e Desafios	Cumprimento da taxa de permeabilidade mínima apenas nas novas edificações.
		O Município não possui Plano Diretor de Águas Pluviais - PDAP.
	Avanços e Potencialidades	Fiscalização para o atendimento da taxa de permeabilidade mínima em toda a área urbana.
		Elaboração do PDAP de modo a permitir o conhecimento das características das sub-bacias do Município.

Fonte: Autoria própria.

A drenagem urbana consiste no gerenciamento das águas pluviais dentro das áreas de ocupação urbana consolidada e em expansão, visando atingir uma convivência dos aglomerados populacionais com estas águas de forma harmônica, articulada e sustentável. Sistemas ineficientes afetam diretamente os transportes terrestres, alterando a dinâmica das cidades, causando prejuízos tanto indiretos como pela perda de produtividade, quanto diretos no caso de danos a estruturas e residências.

O Município é dividido politicamente em seis distritos, e possui em seu território áreas de contribuição de três bacias hidrográficas. A bacia hidrográfica do Rio José Pedro (Ottobacias nível 5) compõe a grande bacia do Rio José Pedro/Manhuaçu (Ottobacias nível 4), que por sua vez integra a Bacia Hidrográfica do Rio Doce, enquanto as demais bacias do Município compõem a grande bacia do Rio Itapemirim (Ottobacias nível 4) com alguns afluentes no estado vizinho, portanto sendo também de domínio federal.

As áreas urbanas da Sede de Lúna, Nossa Senhora das Graças e Santíssima Trindade, encontram-se inteiramente na região do Rio Pardinho (Ottobacia nível 5).

Na localidade de São João do Príncipe, a área urbana está inserida na região do Rio José Pedro (Ottobacia nível 5), sendo drenada também pelo caminhamento principal deste curso d'água. O distrito de Pequiá é drenado pelos Rios José do Pedro e Braço Norte Direito.

A área urbana da sede municipal de Lúna é drenada pelo Rio Pardo e seus afluentes. O Rio Pardinho segue o limite entre os municípios de Lúna e Irupi e tem seu exutório no Rio Pardo. Próximo ao limite da sub-bacia 1, o Córrego Bom Sucesso, aflui no Rio Pardo e então percorre toda a Sede do Município, com uma extensão de aproximadamente 21 Km.

O Município conta com diversos trabalhos de identificação de áreas sensíveis a inundação. A Defesa Civil Estadual disponibilizou os mapas de risco de deslizamento e inundação elaborados pelo Serviço Geológico Nacional – CPRM. Neste trabalho, realizado em julho de 2014, o CPRM identificou várias áreas com risco de deslizamento em taludes de corte e processos erosivos e duas áreas de risco de inundação: região central de Lúna e Região de Pequiá.

Durante as reuniões técnicas com a Prefeitura, foram levantadas algumas áreas de alagamento: Bairro Centro e Bairro Quilombo.

Na Sede do Município, os bairros Centro, Niterói, Vila Nova, Vale Verde, Ferreira Vale, Nossa Senhora da Penha, Pito e Quilombo apresentam entre 90 % e 100% dos domicílios com presença de bueiro e boca de lobo. O bairro Guanabara apresenta uma variação entre 54 e 61% de domicílios com bueiro e boca de lobo. Nos distritos as percentagens aproximadas de domicílios com presença de bueiro e boca de lobo são: Nossa Senhora das Graças, 93%; Santíssima Trindade, 96%; São João do Príncipe, 21% e Pequiá, 80%.

O principal responsável pelas atividades de manutenção das redes de drenagem é a Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos (SMOSU). Entretanto, a maior parte das manutenções ocorre em caráter corretivo, mediante demanda da população ou em caso emergencial.

A dragagem dos corpos d'água é feita conforme necessidade, sendo que a última ocorreu em 2016 no Córrego Sossego, com um volume dragado de 160m³, havendo projeto de Licenciamento Ambiental na ocasião.

O município de Lúna está em sua quase totalidade inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim, sendo que a oeste é drenado pela bacia do Rio José Pedro.

A topografia do município apresenta umas das maiores altitudes do Estado, estando a maior altitude à sudoeste do Município, onde se encontra o Pico da Bandeira próximo à divisa com Minas e Ibitirama.

O Rio José Pedro percorre os distritos de São João do Príncipe e Pequiá e faz divisa com o estado de Minas Gerais, escoando de uma altitude mais elevada à sudoeste para altitude mais baixa, até afluir em Minas Gerais. O Rio Pardo e o Rio Pardinho são afluentes do Rio Itapemirim.

Os dados de campo abordaram problemas de entupimentos da rede de drenagem nos Bairros Guanabara e Nossa Senhora da Penha. Além disso, foi informado a inexistência de construções que possam obstruir as galerias, evitando assim a diminuição da seção, neste caso.

O Atlas de Vulnerabilidade à inundação do Espírito Santo, produzido em 2013, classificou os principais corpos d'água de todo o Estado a partir das frequências e dos impactos associados aos eventos de inundação, determinando a vulnerabilidade dos corpos d'água, considerando-se as classes alta, média e baixa. No município de Lúna, alguns trechos do Rio Pardo compreendem áreas de baixa vulnerabilidade a inundações.

Dentre esses trechos, próximo ao limite municipal com Irupi, antes do Rio Pardinho afluir no Rio Pardo, verifica-se um baixo risco de vulnerabilidade a inundação. Essa vulnerabilidade baixa segue conforme o caminamento do Rio Pardo, passando pelo limite entre os bairros Niterói e Vila Nova, Centro, Quilombo e Guanabara, até o Limite distrital de Nossa Senhora das Graças.

12.2.4 Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

Quadro 12-4 - Sistematização dos Problemas, Desafios, Avanços e Oportunidades do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos.

Diretrizes	Condicionantes	
Meio Ambiente	Problemas e Desafios	Existência de pontos viciados em diversos pontos do município
		Necessidade de implantação de sistema de compostagem de resíduos orgânicos, pois toda esta parcela é destinada para aterro controlado.
		A coleta seletiva abrange apenas a parte urbanizada no município.
		Necessidade de recuperação das 3 áreas degradadas identificadas no TCA 02/2013.
Avanços e Potencialidades	Os lixões que existiam no município encontram-se desativados.	
	O município participa do Programa ES sem lixão que visa a construção de aterro controlado.	
Socioeconômico	Problemas e Desafios	Necessidade de capacitação da população para que participem do programa de coleta seletiva municipal. Existência de catadores no aterro controlado.
	Avanços e Potencialidades	A associação de catadores existente no município está formalizada e em operação.
Operacional	Problemas e Desafios	Necessidade de elaboração de programas e projetos específicos para a limpeza pública como projeto de varrição contemplando mapas de varrição e medição de produtividades dos varredores.
		Necessidade de elaboração de projetos de acondicionamento de resíduos, pois a maior parte da população dispõe os sacos de lixo, próximos as suas residências o que favorece a criação de pontos viciados.
		Necessidade de organização da roteirização das coletas convencionais e seletiva de forma a otimizar o serviço prestado e controlar os percursos realizados.
		Necessidade sistema de monitoramento da coleta e transporte dos RSU, RSS e RCC.
	Avanços e Potencialidades	Existência de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs)
		O serviço de varrição de logradouros públicos é realizado em todos os bairros e distritos do município.
Atendimento ao Usuário	Problemas e Desafios	Necessidade de organização e implantação de sistema de coleta seletiva de volumosos
		Necessidade de implantação de sistema de gerenciamento dos RCC dos pequenos geradores
	Avanços e Potencialidades	Existência de comunicação aos usuários sobre os horários de coleta dos resíduos domiciliares
		Os serviços foram avaliados pela população como sendo de regularidade e frequência compatível com a demanda.
Financeiro	Problemas e Desafios	Alto custo para operação do sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.
	Avanços e Potencialidades	Possibilidade de desviar parte de quantidade coletada de resíduos para a reciclagem economizando na destinação final do resíduo.
Institucional	Problemas e Desafios	Necessidade de criação de legislação específica que estabeleça regras para o gerenciamento dos RSS.

Diretrizes	Condicionantes	
		Necessidade de criação de legislação específica que estabeleça regras para o gerenciamento dos RCC, com diferenciação entre o pequeno e grande gerador.
		Revisão do contrato de prestação de serviço de transporte e destinação de RSS de forma que o serviço seja pago com base na quantidade de RSS transportada.
		Organização da gestão em relação aos resíduos de responsabilidade dos geradores.
		Necessidade de implantação de sistema de informação de resíduos de responsabilidade do município e do gerador.
		Necessidade de acompanhar o cumprimento das obrigações da logística reversa pelos respectivos responsáveis.
	Avanços e Potencialidades	Existência do Projeto "Cidade Limpa", que prevê diversas ações com a finalidade de melhorar o serviço de limpeza pública da cidade.

Fonte: Autoria própria.

Os resíduos sólidos podem ser entendidos como tudo que é descartado por não atender aos objetivos pelo qual foi adquirido. Neste caso, os motivos são diversos, como estar danificado, quebrado, estragado, fora de moda, fora da validade, sem funcionalidade, excesso de produção, dentre outros. O fato é que todos os dias descartamos os mais diversos tipos de produtos, desde alimentos, roupas, e medicamentos, à veículos.

Para o cálculo da estimativa de geração de RSU no município de Lúna foram considerados a estimativa populacional para 2015 (IBGE, 2016), a taxa de geração per capita apresentada pelo SNIS-RS 2014, para a faixa populacional 2, considerando apenas os municípios que realizam a pesagem dos resíduos, e a taxa de crescimento de 2,6% a.a calculada com base na série história do SNIS (2012-2014). Na tabela abaixo encontram-se as estimativas de geração dos RSU do município de Lúna, a distribuição das frações seca, úmida e de rejeitos e a estimativa da composição gravimétrica destes.

Tabela 12-1 - Geração anual de RSU estimada no município.

Estimativa Pop. 2016	Faixa populacional	Geração per capita de RSU (kg/hab. Dia)			
		Declarado	Por faixa para todos	Por faixa apenas c/ balança	Estimada 2015(a)
27.328	Faixa 1	-	0,87	0,77	0,79

Fonte: Autoria própria.

A gestão dos resíduos volumosos no município de Lúna é realizada diretamente pela prefeitura por meio da Secretaria de Obras, Infraestrutura e Serviços Urbanos.

A realização dos serviços de corte e poda de árvores é feita diretamente pela prefeitura de Lúna, por meio da Secretaria de Obras, Infraestrutura e Serviços Urbanos. Os resíduos coletados são triturados e encaminhados para o projeto “Amigos do Verde” que os utilizam como adubo.

A gestão de coleta dos resíduos da construção civil do município é realizada pela Secretaria de Obras, Infraestrutura e Serviços Urbanos. O município não possui área específica para recebimento de RCC e os encaminha para utilização nas estradas vicinais da zona rural.

Foi diagnosticado que o município arca com todos os custos de coleta realizada pela Prefeitura e não possui legislação que trate da diferenciação de pequeno e grandes geradores. Existe ainda um serviço de coleta “Disk Entulho” prestado por uma empresa particular sediada em município vizinho.

A gestão dos resíduos dos serviços de saúde no município de Lúna é realizada pela Secretaria de Saúde que tem um contrato firmado com a empresa Florestal Coletas e Prestação de Serviços LTDA ME para os serviços de coleta, transporte e destinação final de RSS. O contrato, em seu 5º aditivo, prevê pagamento mensal de R\$ R\$13.412,20 não havendo diferenciação do valor em função da quantidade coletada.

Quanto aos resíduos de mineração, foram identificados no município 4 geradores de resíduos de mineração licenciados no IEMA, realizando atividades de extração e beneficiamento.

O sistema de limpeza urbana e manejo de RSU é composto tanto por atividades de varrição e limpeza de logradouros e vias públicas quanto pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo e destinação final de resíduos sólidos urbanos. Sendo considerado um serviço público de saneamento básico pela Lei 11.445/2007. No município de Lúna a coleta é realizada diariamente nas localidades de Centro, Bairro Ferreira Vale, Bairro Guanabara, Bairro Nossa Senhora da Penha, Bairro Niterói, Bairro Pito, Bairro Quilombo, Bairro Vale Verde e Bairro Vila Nova.

Em Lúna, os serviços de limpeza urbana e manejo de RSU estão sob responsabilidade da Secretaria de Obras, Infraestrutura e Serviços Urbanos, que possui contratos com as seguintes empresas:

- Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis do município de Lúna – ASCOMRI, CNPJ nº 21.486.823/0001-49, para prestação dos serviços de coleta seletiva da fração passível de reciclagem ou reutilização mediante procedimento realizado porta a porta, em toda a Zona Urbana do Município e Sede dos Distritos, bem como coleta dos resíduos entregues nas PVEs (pontos voluntários de entrega). Além de fazer a triagem, o enfardamento e a destinação final dos materiais, de forma que possam ser reciclados ou reutilizados de acordo com a legislação ambiental vigente, planejar, organizar e realizar, em parceria com a Prefeitura Municipal, o trabalho de abordagem e orientação da população, de forma direta e através de campanhas e materiais educativos, preparando-a para a fase de implantação da coleta seletiva.
- Florestal Coletas e Prestação de Serviços LTDA ME, CNPJ nº 11.865.758/0001-09, para serviços de coleta, transporte e destinação final de resíduos de serviços de saúde (lixo hospitalar)

No município de Lúna o serviço de varrição de logradouros públicos é realizado por agentes públicos vinculados a Secretaria de Obras, Infraestrutura e Serviços Urbanos em todos os bairros e distritos do município. Estimativas feitas pelo município apontam que, atualmente, são varridos cerca de 700 km/mês por 42 agentes públicos (garis). A limpeza inicia as 4h com trecho determinados para cada varredor que só finalizam a limpeza após o término do trecho. O serviço é executado de segunda a sábado.

No município de Lúna, a coleta seletiva é realizada pela Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis do município de Lúna – ASCOMRI, nos bairros: Centro, Vila Nova, Vila Verde, Niterói, Guanabara, Ferreira Vale, Pito, Quilombo, Nossa Senhora da Penha, Pequiá, São João do Príncipe, Nossa Senhora das Graças e Trindade.

Em Lúna, o serviço de transporte de resíduos é realizado pela Prefeitura, por meio da Secretaria de Obras, Infraestrutura e Serviços Urbanos, até o aterro controlado localizado no Bairro Guanabara.

12.2.5 Aspectos da Mobilização Social

Quadro 12-5 - Sistematização dos Problemas, Desafios, Avanços e Oportunidades da Mobilização Social.

Cenário Atual	Cenário Futuro		
	Objetivos	Metas (prazo)	Prioridade
<p>Baixa percepção da população em relação aos investimentos nas diversas políticas públicas efetivadas pelo poder público municipal na cidade de Lúna, com exceção dos investimentos em calçamentos percebidos pela população;</p> <p>Baixo conhecimento da população dos aspectos legislativos do saneamento básico.</p>	<p>Fomentar os instrumentos de comunicação social do município: site oficial da prefeitura, e rádios BIG FM e Mania FM, através da difusão de informações semanais relacionadas ao plano.</p> <p>Fomentar os aspectos culturais do município como o Museu histórico de Lúna, que funciona também como casa da cultura de Lúna e a Biblioteca Pública Municipal Terezinha Castro Gonçalves, anexa ao museu. Como manifestações artísticas e folclóricas existe o mapeamento de um grupo de folia-de-reis. Ainda sobre expressões culturais, vale destacar a produção artístico-literária de Lúna fomentada pela Academia lunense de Letras que reúne escritores e poetas escritores que expressam o contexto do município, sobretudo o contexto rural, como a obra “Uma Infância no Caparaó” de autoria de Luiz Sérgio Quarto, ou ainda a obra “Cenas de um Rio Pardo” de José de Augusto Castro.</p>	Curto	Alta
<p>Baixo controle social das políticas públicas, haja vista que os presentes em reuniões declararam ser necessário ampliar os convites para as reuniões participativas para acompanhamento das políticas;</p> <p>Envolvimento moderado dos movimentos sociais, organizações e entidades que atuam no município nos aspectos relacionados ao saneamento básico, como exemplo, em reunião de mobilização social, compareceram onze organizações, quando há o registro de dezessete organizações atuantes no município.</p>	<p>Fortalecer os Conselhos Municipais relacionados ao Saneamento Básico para o Acompanhamento, Avaliação e Aperfeiçoamento da Gestão da Política Municipal de Saneamento Básico.</p> <p>Ampliar a Participação Social da Sociedade Civil na Política Municipal de Saneamento Básico.</p> <p>Promover a divulgação da Política de Saneamento no Município como Direito Universal e Política Pública.</p>	Curto	Alta
<p>A lista de presença aponta que a maioria dos presentes em reunião eram moradores da sede do município. Esse fator pode sugerir a facilidade da participação social dos moradores dessa localidade. Diante disso, faz-se necessário a criação de mecanismos</p>	<p>Promover espaços de capacitação e discussão do plano na maior quantidade de localidades de bairros e distritos possíveis;</p> <p>Buscar disponibilizar transporte para as atividades de discussão e capacitação para</p>	Curto	Alta

que garantam a escuta dos moradores dos distritos do município.	acompanhamento popular do plano.		
Um aspecto relevante identificado em processo de levantamento do diagnóstico é a contribuição dos profissionais agentes comunitários de saúde no processo de implementação do saneamento básico. Sendo assim, destaca-se o potencial desses profissionais nos esforços de difusão de informações importantes, bem como a promoção da universalização do saneamento básico.	Buscar valorizar os profissionais de saúde que estão em contato com a população no seu cotidiano profissional através de fomento à capacitação, bem como fomento profissional como valorização simbólica e concreta.	Curto	Alta

Fonte: Autoria própria.

Durante a reunião de mobilização social com a população, foi relatado que a água distribuída pela companhia apresenta uma boa qualidade, aparentemente. No entanto, em alguns pontos como na Sede do município no Bairro Sossego, os moradores percebem a ocorrência de diarreia por decorrência do uso da água, no entanto a população do local também uso de nascentes para o abastecimento de água. Também na sede do município, na comunidade de Bom Sucesso, os moradores percebem a ocorrência de coceiras na pele por decorrência do uso da água.

De acordo com relatos da comunidade local, existem problemas na distribuição de água, principalmente no período noturno, em dois pontos do sistema: no distrito Sede, no bairro Guanabara, e no bairro Nossa Senhora da Penha. Nessas duas regiões em que há essa irregularidade na distribuição de água os moradores realizam reservação por conta própria, amenizando esses problemas.

A situação do esgotamento sanitário no município de Lúna contempla tanto a rede urbana, quanto formas alternativas, mas ambas marcadas pelo não tratamento do esgoto. Assim, o despejo de esgoto nos corpos d'água ou a céu aberto é uma realidade de grande parte do município, inclusive nos locais aonde há a rede, que muitos não ligam ao domicílio. Dessa maneira, a sede do município, o distrito de N. S. das Graças e de Pequiá contam com fossas (sépticas ou secas), lançamento nos rios e a céu aberto como principais soluções para o destino do esgoto produzido. A situação é mais problemática na zona rural, onde há um déficit de fossas, e uma demanda pela construção de 3 mil fossas. O município conta ainda com 2 locais chamados de "pinicão", um construído, mas nunca utilizado (no bairro

Guanabara) e outro em uso (em Pequiá). A situação é agravada ainda pelo fato da rede de esgoto ser ligada à rede de drenagem.

Essa situação é percebida como problemática pelos moradores, na medida que associam isto a possíveis causas de contaminação dos corpos d'água e de adoecimento. Nesse sentido, os moradores do distrito de Santíssima Trindade, apontaram a ocorrência frequente de verminoses e esquistossomoses na localidade, enquanto que a comunidade de Bom Sucesso declarou serem recorrentes acometimentos por verminoses, alergias e diarreias em decorrência do esgoto da sede do município.

Os munícipes desconhecem a existência de casas sem banheiro, bem com a de estações comunitárias de tratamento de esgoto. No entanto, notam a existência do lançamento de esgoto industrial nos corpos d'água em todo o município, bem como de pocilgas e de toda zona rural nos corpos d'água. O lançamento de agrotóxicos nos corpos d'água também foi identificado, segundo os moradores de Santíssima Trindade. Muitos desconhecem a fiscalização dessas situações, enquanto outros identificaram o Idaf e a Secretaria de Meio Ambiente como fiscais dessas irregularidades. Não há uma organização local que enfrente estes problemas.

Por fim, a população elegeu como prioridades para o setor os seguintes pontos abaixo:

- Promover fossas sépticas individuais na zona rural, além de prover a manutenção;
- Ativar a estação de tratamento de esgoto;
- Universalizar a coleta de esgoto;
- Regularizar os loteamentos e promover a coleta adequada;
- Regularizar o despejo final do esgoto industrial;
- Conscientizar as pessoas em relação ao destino e uso do óleo doméstico e da caixa de gordura.

12.3 OBJETIVOS E METAS PRETENDIDAS COM A IMPLANTAÇÃO DO PMSB

Nessa etapa o cenário atual dos problemas e desafios foi destacado de forma detalhada, já que servirá de referência para a elaboração dos Cenários prospectivos, os quais, na sequência, serão a referência para a elaboração dos Programas, Projetos e Ações propostas na próxima etapa do PMSB de Iúna.

Ao avaliar o cenário atual como um problema a ser enfrentado ou desafio a ser superado, foram estabelecidos os objetivos das intervenções tendo como foco o que se espera para o futuro. A elaboração das metas, em termos temporais e para o alcance dos objetivos, levou em consideração as informações de urgência apuradas nos diagnósticos, contando sempre com as observações e reivindicações coletadas durante as audiências públicas. Inclusive vale destacar que essa seção traz a sistematização de todos os problemas e desafios apurados nas audiências públicas, tratando-os com o mesmo rigor metodológico dos quatro eixos, o que permitirá elaborar ações específicas para a área relacional do PMSB.

Após o estabelecimento das metas de curto, médio e longo prazo, foram apuradas as prioridades a partir dos mesmos critérios destacados no parágrafo anterior. Essa priorização também apoiará no detalhamento das estratégias a serem trabalhadas na próxima etapa do Plano.

Os quadros a seguir trazem a consubstanciação de todas essas informações para todos os temas considerados.

Quadro 12-6 - Objetivos e metas para o Eixo “Abastecimento de Água”.

Cenário Atual	Cenário Futuro		
	Objetivos	Metas (prazo)	Prioridade
Desmatamento das matas ciliares	Fiscalização e recuperação das matas ciliares	Longo	Média
Uso de fontes alternativas de abastecimento de água	Cadastrar os poços coletivos e individuais: identificação, vazão, população abastecida, prazo de funcionamento, ação de desativação, qualidade da água, entre outras.	Médio	Média
Ausência de sistema de abastecimento de água em grande parte do município.	Ampliar o sistema de abastecimento de água para os demais distritos.	Longo	Alta
No município, é recorrente a falta de ligação do domicílio à	Incentivar e conscientizar a população da importância de ter o	Médio	Médio

rede de abastecimento de água.	domicílio ligado à rede de abastecimento de água.		
Água captada no rio Pardo, córrego Trindade e em algumas localidades do Ribeirão Perdição é considerada poluída pelos moradores da região	Fiscalizar os lançamentos irregulares.	Médio	Alta
Falta de tratamento de água na região de Rio Claro.	Fornecer tratamento de água na região de Rio Claro	Médio	Alta
Reservatório localizado na região do Príncipe encontra-se em mau estado de conservação.	Fornecer manutenção no reservatório localizado na região do Príncipe.	Curto	Médio
Floculador, decantador e laboratório da ETA Príncipe foram instalados, porém nunca entraram em operação.	Providenciar o funcionamento do floculador, decantador e laboratório, instalados na ETA Príncipe.	Médio	Alta
Irregularidade na distribuição de água, principalmente no período noturno, nos bairros Guanabara e Nossa Senhora da Penha, localizados na Sede.	Construção de um reservatório nas regiões afetadas pela irregularidade na distribuição de água.	Médio	Média
Falta de água em lavouras.	Construção de caixas secas nas lavouras.	Médio	Média

Fonte: Autoria própria.

Quadro 12-7 - Objetivos e metas para o Eixo “Esgotamento Sanitário”.

Cenário Atual	Cenário Futuro		
	Objetivos	Metas (prazo)	Prioridade
O município necessita de rede coletora em toda sua extensão	Complementação da rede coletora existente, de maneira a abranger todo o município	Longo	Alta
Lançamento de esgoto industrial nos corpos d'água em todo o município	Implantar sistema de tratamento antes do lançamento nos corpos d'água	Médio	Alta
Lançamento de esgoto in natura por intermédio da rede coletora em terrenos no bairro Guanabara e em Pequiá	Construção de unidades de tratamento e expansão da rede de coleta para atender a demanda	Longo	Alta
Esgoto a céu aberto dos distritos Sede (comunidade de Bom Sucesso e Córrego do Sossego), Nossa Senhora das Graças (saída para Ibitirama), Santíssima Trindade (loteamento de baixa renda)	Implantação de rede coletora e construção de unidades de tratamento para atender esses distritos	Longo	Alta
Demanda por 3 mil fossas na zona rural	Construção de fossas sépticas ou outro tipo de tratamento adequado	Longo	Alta
Sistemas de tratamento com Reator UASB e Fossa filtro, localizado no distrito Sede estão desativados	Reforma e Readequação dos parâmetros de projeto para a demanda atual do distrito	Médio	Alta

Lançamentos de efluentes diretamente nos cursos d'água nas áreas urbanas da sede e distritos.	Incentivar a adesão de todas as casas das áreas urbanas à rede coletora de esgoto	Longo	Média
Ligação indevida de efluentes na galeria de água pluvial	Fiscalização das ligações clandestinas e remoção das ligações irregulares existentes nas redes de drenagem pluvial e na rede de coleta de esgoto	Longo	Alta
Necessidade de criação de organização de estrutura para operação, manutenção e monitoramento (com análises laboratoriais) das ETE's do município	Construção de estrutura e aquisição de materiais que viabilizem a correta manutenção periódica e monitoramento das ETEs do município	Médio	Alta

Fonte: Autoria própria.

Quadro 12-8 - Objetivos e metas para o Eixo "Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais".

Cenário Atual	Cenário Futuro		
	Objetivos	Metas (prazo)	Prioridade
Ausência de Plano Diretor de Águas Pluviais	Desenvolver um Plano Diretor de Águas Pluviais	Médio	Alta
Ausência de cadastramento de rede	Cadastrar a rede de drenagem	Longo	Alta
Ausência de servidor específico responsável pela gestão da drenagem	Designar a responsabilidade da gestão da drenagem urbana a um servidor para planejamento específico	Curto	Alta
Ausência de sistema de drenagem em vias não pavimentadas, assim como em estradas vicinais	Implantar sistema de drenagem nas estradas vicinais, e pavimentar as cabíveis, mantendo os projetos em um banco de dados	Médio	Média
Áreas de Proteção Permanente (APP) degradadas	Proteger as existentes em bom estado e revitalizar as áreas de APP degradadas	Longo	Média
Lançamentos indevidos de esgoto na rede de drenagem	Ampliar os sistemas de coleta e transporte de esgoto sanitário, e estimular a ligação na rede	Longo	Média
Presença de construções às margens dos corpos hídricos em locais de alto risco de inundação	Desapropriar e retirar moradias nas áreas de alto risco de inundação	Longo	Média
Tendência de ocupação indevida das margens dos recursos hídricos	Ordenar a fim de se evitar a ocupação com construções em locais indevidos e de risco	Curta	Absoluta
Ausência de planejamento para a manutenção preventiva e corretiva da rede de drenagem	Promover a manutenção planejada da rede de drenagem, e manter um banco de dados atualizado	Curta	Absoluta

Fonte: Autoria própria.

Quadro 12-9 - Objetivos e metas para o Eixo "Resíduos Sólidos".

Cenário Atual	Cenário Futuro		
	Objetivos	Metas (prazo)	Prioridade
Existência de pontos viciados em diversos pontos do município. Necessidade de recuperação das 3 áreas degradadas identificadas no TCA 02/2013.	Recuperar as áreas degradadas por resíduos	Curta	Absoluta
Necessidade de implantação de sistema de compostagem de resíduos orgânicos, pois toda esta parcela é destinada para aterro controlado.	Redução de Resíduos Sólidos Urbanos Úmidos dispostos em aterros sanitários	Longo	Media
A coleta seletiva abrange apenas a parte urbanizada no município.	Reduzir os RSU – Secos dispostos em aterros, com inclusão social de catadores	Médio	Alta
Necessidade de capacitação da população para que participem dos programas de coleta seletiva municipal e conheçam os programas de resíduos existentes no município	Reduzir a geração de resíduos no município	Longo	Baixa
Necessidade de programa de comunicação social para que a população seja informada sobre os horários e rotas dos sistemas de coleta regular e seletiva.	Orientar adequadamente a população para que participem ativamente do gerenciamento dos resíduos	Curta	Média
Necessidade de Programa de Educação Ambiental para evitar depósitos de resíduos em pontos viciados e em horários inadequados	Evitar problemas com vetores, mosquitos, ratos e baratas.	Curta	Média
Necessidade de elaboração de programas e projetos específicos para a limpeza pública como projeto de varrição contemplando mapas de varrição e medição de produtividades dos varredores. Necessidade de elaboração de projetos de acondicionamento de resíduos, pois e a maior parte da população dispõe os sacos de lixo em pontos específicos e em latões, próximos a suas residências o que favorece a criação de pontos viciados. Necessidade de organização da roteirização das coletas convencional e seletiva de forma a otimizar o serviço prestado e controlar os percursos realizados.	Organização dos serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos com elaboração de planos de trabalho para as etapas de serviço.	Curta	Alta
Necessidade de sistema de monitoramento da coleta e transporte dos RSU, RSS e RCC.	Implantar sistema de informação de resíduos de forma integrada	Longo	Média

Necessidade de organização e implantação de sistema de coleta seletiva de volumosos	Realizar coleta diferenciada de volumosos e dar destinação ambientalmente adequada com inclusão social	Curta	Absoluta
Necessidade de organização e implantação de sistema de coleta seletiva de óleos de cozinha usados	Realizar coleta diferenciada de óleos de cozinha usados e dar destinação ambientalmente adequada com inclusão social	Média	Alta
Necessidade de implantação de sistema de gerenciamento dos RCC dos pequenos geradores Necessidade de criação de legislação específica que estabeleça regras para o gerenciamento dos RCC, com diferenciação entre o pequeno e grande gerador.	Organizar a Gestão dos RCC	Curta	Absoluta
Necessidade de criação de legislação específica que estabeleça regras para o gerenciamento dos RSS. Revisão do contrato de prestação de serviço de transporte e destinação de RSS de forma que o serviço seja pago com base na quantidade de RSS transportada.	Organizar a Gestão dos RSS	Curta	Absoluta
Necessidade de implantação de sistema de gestão de resíduos de responsabilidade do município e do gerador.	Implantar sistema de informação para gerenciar e monitorar a prestação de serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos de responsabilidade da prefeitura e de rastreabilidade dos resíduos de responsabilidade dos geradores	Médio	Alta
Necessidade de adequação das estruturas do município em termos legislativos, pessoal e infraestrutura, que permita o controle sobre o gerenciamento dos resíduos por parte dos geradores.	Desenvolver institucionalmente as entidades municipais que atuam no setor de resíduos sólidos por meio de ações de capacitação técnica e gerencial de gestores públicos, assistência técnica, elaboração de manuais e cartilhas, dentre outros.	Médio	Média
Necessidade de acompanhar o cumprimento das obrigações da logística reversa pelos respectivos responsáveis.	Fiscalizar o gerenciamento dos resíduos sólidos com logística reversa obrigatória	Médio	Média

Fonte: Autoria própria.

Quadro 12-10 - Objetivos e metas para a área de “Mobilização Social”.

Cenário Atual	Cenário Futuro		
	Objetivos	Metas (prazo)	Prioridade
<p>Baixa percepção da população em relação aos investimentos nas diversas políticas públicas efetivadas pelo poder público municipal na cidade de Lúna, com exceção dos investimentos em calçamentos percebidos pela população;</p> <p>Baixo conhecimento da população dos aspectos legislativos do saneamento básico.</p>	<p>Fomentar os instrumentos de comunicação social do município: site oficial da prefeitura, e rádios BIG FM e Mania FM, através da difusão de informações semanais relacionadas ao plano.</p> <p>Fomentar os aspectos culturais do município como o Museu histórico de Lúna, que funciona também como casa da cultura de Lúna e a Biblioteca Pública Municipal Terezinha Castro Gonçalves, anexa ao museu. Como manifestações artísticas e folclóricas existe o mapeamento de um grupo de folia-de-reis. Ainda sobre expressões culturais, vale destacar a produção artístico-literária de Lúna fomentada pela Academia Lunense de Letras que reúne escritores e poetas escritores que expressam o contexto do município, sobretudo o contexto rural, como a obra “Uma Infância no Caparaó” de autoria de Luiz Sérgio Quarto, ou ainda a obra “Cenas de um Rio Pardo” de José de Augusto Castro.</p>	Curto	Alta
<p>Baixo controle social das políticas públicas, haja vista que os presentes em reuniões declararam ser necessário ampliar os convites para as reuniões participativas para acompanhamento das políticas;</p> <p>Envolvimento moderado dos movimentos sociais, organizações e entidades que atuam no município nos aspectos relacionados ao saneamento básico, como exemplo, em reunião de mobilização social, compareceram onze organizações, quando há o registro de dezessete organizações atuantes no município.</p>	<p>Fortalecer os Conselhos Municipais relacionados ao Saneamento Básico para o Acompanhamento, Avaliação e Aperfeiçoamento da Gestão da Política Municipal de Saneamento Básico.</p> <p>Ampliar a Participação Social da Sociedade Civil na Política Municipal de Saneamento Básico.</p> <p>Promover a divulgação da Política de Saneamento no Município como Direito Universal e Política Pública.</p>	Curto	Alta
<p>A lista de presença aponta que a maioria dos presentes em reunião eram moradores da sede do município. Esse fator pode sugerir a facilidade da participação social dos moradores dessa localidade. Diante disso, faz-se necessário a criação de mecanismos que garantam a escuta dos moradores dos distritos do município.</p>	<p>Promover espaços de capacitação e discussão do plano na maior quantidade de localidades de bairros e distritos possíveis;</p> <p>Buscar disponibilizar transporte para as atividades de discussão e capacitação para acompanhamento popular do plano.</p>	Curto	Alta

Um aspecto relevante identificado em processo de levantamento do diagnóstico é a contribuição dos profissionais agentes comunitários de saúde no processo de implementação do saneamento básico. Sendo assim, destaca-se o potencial desses profissionais nos esforços de difusão de informações importantes, bem como a promoção da universalização do saneamento básico.	Buscar valorizar os profissionais de saúde que estão em contato com a população no seu cotidiano profissional através de fomento à capacitação, bem como fomento profissional como valorização simbólica e concreta.	Curto	Alta
--	--	-------	------

Fonte: Autoria própria.

12.4 DIRECIONADORES DE FUTURO

A análise dos eventos denominados “Direcionadores de futuro” aparece como um complemento a todas as informações levantadas e prognosticadas até o momento. Um bom prognóstico deve levar em consideração acontecimentos esperados ou em curso que possam ter direta relação com o objeto de análise.

Assim, a análise segue com os aspectos da contemporaneidade da economia, do clima, das possíveis mudanças sociais entre outros que possam sinalizar possíveis impactos para a dinâmica municipal e, conseqüentemente, possam trazer pressões sobre o sistema de saneamento básico.

A partir do levantamento e análise das questões que envolvem o município de Lúna, observaram-se os direcionadores apresentados a seguir como possíveis eventos e impactos na cidade:

- Investimentos previstos para o município;
- Questões ambientais;
- Crescimento populacional;
- Déficit habitacional;

De fato, esses são os fatores que podem exercer maior pressão sobre os serviços de saneamento básico municipal, por alterarem drasticamente a demanda (tal como por ligações em redes de esgoto) ou oferta (tal qual o volume de água à disposição das empresas de fornecimento). Elementos como a mudança de cultura em relação aos serviços ambientais, educação ambiental entre outros aspectos, não podem

ser prognosticados. Mas ainda assim aparecem como objeto de ação no Plano por meio dos programas de educação ambiental e comunicação social.

No que tange aos investimentos, cabe destacar que o município de Lúna está inserido na microrregião do Caparaó onde são esperados investimentos da ordem de R\$ 491,5 milhões até o ano de 2020 (IJSN, 2016). Esses investimentos estão relacionados a Obras de Infraestrutura (90,9%), Educação (5,0%), Atividades de saúde (3%), administração pública (0,8%) e construção de edifícios (0,2%). Já no que se refere aos investimentos industriais, a Federação das Indústrias do Espírito Santo não listou nenhum investimento significativo no setor industrial para a região até 2018 (FINDES, 2014).

É preciso lembrar que a Prefeitura Municipal de Lúna conta dispositivos legais que tratam do enquadramento das atividades potencialmente poluidoras e/ou degradadoras do meio ambiente com obrigatoriedade de licenciamento ambiental junto à SEMMA e sua classificação quanto ao potencial poluidor e porte. Quando uma indústria é implantada no município, é necessário um diálogo constante entre os processos de licenciamento e o presente Plano que ora se constrói.

Em relação às questões ambientais, Lúna possui aproximadamente 9% de remanescentes florestais 4% da superfície total do município. Esse valor, é, em termos gerais, considerado muito baixo. De acordo com o Incaper (2010), para atender à legislação ambiental em vigor, seriam necessários intensos programas de reflorestamento no município (INCAPER, 2010). Dessa forma, pode-se dizer que os remanescentes florestais existentes são insuficientes para cumprir uma das funções a eles atribuídas e que mais importa nesse estudo: a de proteção às nascentes e aos corpos d'água,

A queda da biodiversidade é um dos responsáveis, por exemplo, pela crise hídrica porque passam os municípios capixabas. A preocupação com a crise tem de ser constante, inclusive devido às perdas substanciais provocada na produção agrícola. Nesse sentido, o PMSB deve considerar essa complexa realidade.

Quando se analisa a dinâmica populacional no município de Lúna a partir dos vários cenários possíveis apresentados no diagnóstico, verifica-se que no caso de um baixo crescimento populacional a população de Lúna crescerá 5,31% até 2037, já considerando um cenário de alto crescimento essa taxa saltará para 12,7%.

Mesmo considerando o cenário de crescimento populacional mais baixo, os números se apresentam como um importante desafio a ser superado, já que o atual passivo ambiental do município aponta para uma redução progressiva da capacidade de atendimento das demandas previstas para o Eixo água.

A dinâmica de crescimento populacional pode se refletir em déficit habitacional. Em Lúna, segundo o Instituto Jones dos Santos Neves no ano de 2014 apurou a existência de 654 famílias em situação de déficit habitacional. Desse total, aproximadamente 2% referia-se a habitação precária, isso revela uma deficiência no estoque de moradia apontando para a necessidade de construção de novas habitações. A outra parte do déficit referia-se à necessidade de incremento do estoque haja vista a existência de coabitação forçada de mais de uma família no mesmo espaço, alta densidade de moradores em pequenos espaços ou famílias convivendo com ônus excessivo de aluguel (IJSN, 2015).

Esse déficit habitacional, na hipótese positiva de ser superado por meio de programas de habitação de interesse social, será responsável por pressionar os quatro eixos do Saneamento básico municipal.

12.5 CENÁRIOS PROSPECTIVOS

Tal como explicitado exhaustivamente nos aspectos metodológicos, a construção dos cenários se fez com base em todas as informações coletadas, analisadas e discutidas nas fases pretéritas de elaboração do Plano, todas consubstanciadas nos diagnósticos técnico-participativos e sistematizadas nas seções anteriores. Além disso, no atual documento apresentam-se os direcionadores de futuro, ou seja, os eventos esperados e que possivelmente impactarão na realidade do município de Lúna pressionando, especialmente, o Sistema de Saneamento Básico.

A partir da técnica dos Cenários Prospectivos, fundamentados conceitualmente na Prospectiva Estratégica, busca-se planejar o futuro a partir das alternativas que se apresentam. Nesse processo de planejamento, busca-se uma base sólida para que as estratégias sejam adequadamente orientadas, a fim de que os objetivos e metas presentes nos projetos formulados sejam alcançados.

É nesse sentido que os cenários prospectivos ora apresentados para o Município de Iúna trazem quatro futuros possíveis, cuja materialização ou não, dependerá da forma como se dará o processo de execução do Plano Municipal de Saneamento Básico. Esses cenários são: o Negativo, a Tendência, o Possível e o Positivo (desejável).

O cenário Negativo ocorre quando os eventos futuros se materializam sem que haja ações proativas e planejadas por parte dos atores. A Tendência seria resultado de uma efetivação dos eventos futuros aliados a uma postura apenas reativa dos atores, ou seja, trata-se da continuidade do *Status quo*, o Cenário Possível e o Positivo são resultados de ações organizadas e planejadas por parte dos atores. Quanto mais as ações se antecipam aos eventos futuros, mais se aproxima da situação desejável. Nesse sentido, o Cenário mais otimista, desejável e positivo é uma realidade que dependerá não só da efetivação adequada do planejamento, mas também das habilidades políticas na execução do Plano.

Vale ressaltar que a despeito da existência de ferramentas robustas para a Prospectiva Estratégica e a metodologia de elaboração de cenários ancorada em variáveis quantitativas, optou-se aqui por uma abordagem fundamentalmente qualitativa. Privilegiou-se a análise crítica-técnica complementada de forma robusta pela metodologia participativa, ou seja, incorporando o olhar dos diversos atores envolvidos com o Sistema. É notório que a análise técnica não prescindiu da abordagem quantitativa, sobretudo porque a análise aqui formulada comunga integralmente com as normas, regulamentações e metas preconizadas pela Legislação em torno do Saneamento Básico no Brasil.

No Quadro abaixo se apresenta um detalhamento dos cenários prospectivos para o Sistema de Saneamento Básico de Iúna.

Quadro 12-11 - Cenários Prospectivos para o Sistema de Saneamento Básico de Iúna.

CATEGORIA	CENÁRIOS			
	Negativo	Tendência	Possível	Positivo
Meio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Intensificação do processo de desmatamento das matas ciliares • Poluição acelerada dos corpos hídricos pelo lançamento de esgoto e resíduos • Intensificação de processos de assoreamento • Poluição acelerada do solo pelo uso de agroquímicos • Danos ambientais severos e periódicos causados por enchentes e inundações • Poluição do ar intensa causada pelo tratamento indevido de resíduos ou esgoto a céu aberto 	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção do ritmo de desmatamento das matas ciliares • Poluição dos corpos hídricos pelo lançamento de esgoto e resíduos • Processos de assoreamento em curso • Poluição do solo pelo uso de agroquímicos • Danos ambientais regulares causados por enchentes e inundações • Presença de poluição do ar causada pelo tratamento indevido de resíduos e esgoto a céu aberto 	<ul style="list-style-type: none"> • Interrupção do processo de desmatamento das matas ciliares • Interrupção do aumento da poluição dos corpos hídricos pelo lançamento de esgoto e resíduos • Processos de assoreamento controlados • Redução da poluição do solo pelo uso de agroquímicos • Danos ambientais moderados e ocasionais causados por enchentes e inundações • Redução dos níveis de poluição do ar causada pelo tratamento indevido de resíduos e esgoto a céu aberto 	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperação das matas ciliares • Recuperação dos corpos hídricos de poluição causada pelo lançamento de esgotos e resíduos • Recuperação de áreas assoreadas • Utilização sustentável do solo • Danos ambientais causados por enchentes e inundações raros • Preservação da qualidade do ar
Socioeconômico	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliação de populações ocupando irregularmente as margens de córregos e rios sem fiscalização • Ampliação de populações não atendidas pelo serviço de abastecimento e tratamento de água • Piora no nível de consciência e educação ambiental da população <ul style="list-style-type: none"> • Percentual elevado da população sem acesso à rede coletora de esgotos • Aumento na frequência de doenças de veiculação hídrica, com a possibilidade de desenvolvimento de endemias • Aumento do número de residências sem instalações sanitárias 	<ul style="list-style-type: none"> • Presença de populações ocupando irregularmente as margens de córregos e rios sem fiscalização • Presença de populações não atendidas pelo abastecimento e tratamento de água • Baixo nível de consciência e educação ambiental da população • Percentual significativo da população sem acesso à rede coletora de esgotos • Ocorrência regular de doenças de veiculação hídrica • Presença significativa de residências sem instalações sanitárias • Perdas econômicas regulares devido a inundações e alagamentos de residência, 	<ul style="list-style-type: none"> • Fiscalização das ocupações irregulares das margens de córregos e rios • Redução de populações não atendidas pelo abastecimento e tratamento de água com ampliação do sistema <ul style="list-style-type: none"> • Melhoras no nível de consciência e educação ambiental da população • Redução da população sem acesso à rede coletora de esgotos • Redução de doenças de veiculação hídrica • Redução do percentual de residências sem instalações sanitárias • Perdas econômicas mínimas devido a inundações e alagamentos de residência, 	<ul style="list-style-type: none"> • Fiscalização das ocupações irregulares das margens de córregos e rios e controle do processo de ocupação do solo <ul style="list-style-type: none"> • Toda a população atendida pelo abastecimento e tratamento de água a partir da ampliação do sistema • População amplamente consciente e educada para questões ambientais • Toda a população com acesso à rede coletora de esgotos • Ocorrência mínima de doenças de veiculação hídrica <ul style="list-style-type: none"> • Todas as residências do município com instalações sanitárias • Realocação completa das unidades habitacionais em áreas

CATEGORIA	CENÁRIOS			
	Negativo	Tendência	Possível	Positivo
	<ul style="list-style-type: none"> Perdas econômicas frequentes devido a inundações e alagamentos de residência, sistema viário, equipamentos públicos, entre outros Desconforto intenso causado pela presença de pontos viciados, destinação incorreta de resíduos ou esgoto a céu aberto 	<p>sistema viário, equipamentos públicos, entre outros</p> <ul style="list-style-type: none"> Desconforto moderado causado pela presença de pontos viciados, destinação incorreta de resíduos ou esgoto a céu aberto 	<p>sistema viário, equipamentos públicos, entre outros</p> <ul style="list-style-type: none"> Redução gradativa do desconforto causado pela presença de pontos viciados, destinação incorreta de resíduos ou esgoto a céu aberto 	<p>de risco, alagamentos e inundações.</p> <ul style="list-style-type: none"> Bom nível de qualidade de vida pela ausência de pontos viciados, destinação correta de resíduos e tratamento de esgoto
Operacionais	<ul style="list-style-type: none"> Degradação e incapacidade de atendimento à demanda do serviço de abastecimento de água do município Ampliação das interrupções no fornecimento de água <ul style="list-style-type: none"> Ampliação do número de ligações clandestinas de água <ul style="list-style-type: none"> Percentual elevado da extensão municipal sem rede coletora de esgotos Percentual elevado de esgoto coletado sem tratamento ou com tratamento inadequado Falhas operacionais constantes do sistema de drenagem <ul style="list-style-type: none"> Ampliação significativa do número de pontos viciados Elevado volume de resíduos orgânicos destinados a aterros <ul style="list-style-type: none"> Ausência de sistema de manejo e gestão de RSU, RSS e RCC Serviço de limpeza pública ineficientes 	<ul style="list-style-type: none"> Padrões insatisfatórios de atendimento e qualidade da rede de abastecimento de água Interrupções frequentes no fornecimento de água <ul style="list-style-type: none"> Prática de ligações clandestinas de água Percentual significativo da extensão municipal sem rede coletora de esgotos Percentual significativo de esgoto coletado sem tratamento ou com tratamento inadequado Falhas operacionais regulares do sistema de drenagem Expressiva presença de pontos viciados <ul style="list-style-type: none"> Volume significativo de resíduos orgânicos destinados a aterros Sistema precário e ineficiente de manejo e gestão de RSU, RSS e RCC Serviço de limpeza pública precário 	<ul style="list-style-type: none"> Melhora no padrão de atendimento e qualidade da rede de abastecimento de água Interrupções esporádicas no fornecimento de água com a ampliação das fontes de abastecimento <ul style="list-style-type: none"> Redução do número de ligações clandestinas de água Redução do percentual da extensão municipal sem rede coletora de esgotos Redução significativa do percentual de esgoto coletado sem tratamento ou com tratamento inadequado <ul style="list-style-type: none"> Falhas operacionais esporádicas do sistema de drenagem Redução do número de pontos viciados <ul style="list-style-type: none"> Redução do volume de resíduos orgânicos destinados a aterros Melhora no sistema de manejo e gestão de RSU, RSS e RCC <ul style="list-style-type: none"> Melhora nos serviços de limpeza pública 	<ul style="list-style-type: none"> Excelência no padrão de qualidade e atendimento da rede de abastecimento de água <ul style="list-style-type: none"> Fornecimento de água sem interrupções com a ampliação das fontes de abastecimento <ul style="list-style-type: none"> Ausência de ligações clandestinas de água Toda a extensão municipal com rede coletora de esgotos Todo o esgoto coletado com tratamento adequado Falhas operacionais mínimas do sistema de drenagem Ausência de pontos viciados com recuperação de áreas degradadas por resíduos <ul style="list-style-type: none"> Volume mínimo de resíduos orgânicos destinados a aterros Gerenciamento de resíduos com perfeita integração com a Associação de catadores, fomentando a coleta seletiva adequadamente e reduzindo os resíduos gerados Sistema eficiente e completo de manejo e gestão de RSU, RSS e RCC <ul style="list-style-type: none"> Serviços de limpeza pública regulares e eficientes

CATEGORIA	CENÁRIOS			
	Negativo	Tendência	Possível	Positivo
Atendimento ao Usuário	<ul style="list-style-type: none"> • Redução da capacidade de atendimento da demanda pelos serviços de saneamento básico • Elevada insatisfação dos usuários dos serviços de saneamento básico 	<ul style="list-style-type: none"> • Atendimento parcial das demandas pelos serviços de saneamento básico, com deficiências pontuais • Níveis pouco favoráveis de satisfação dos usuários 	<ul style="list-style-type: none"> • Atendimento total e satisfatório das demandas pelos serviços de abastecimento de água, inclusive em relação à qualidade da água, e de coleta e destinação de resíduos sólidos e cobertura parcial dos serviços de esgotamento sanitário e de drenagem pluvial • Níveis favoráveis de satisfação dos usuários dos serviços de saneamento básico 	<ul style="list-style-type: none"> • Atendimento total e satisfatório das demandas pelos serviços de saneamento básico • Plena satisfação dos usuários dos serviços de saneamento básico
Finanças	<ul style="list-style-type: none"> • Incapacidade de realizar investimentos com recursos próprios por parte da municipalidade • Impossibilidade de captação de recursos para ampliação e manutenção dos serviços • Aumento gradual dos gastos com operação e manutenção do sistema, possibilidade de insolvência financeira e risco alto de falhas recorrentes no mesmo 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade financeira própria limitada a gastos emergenciais • Incapacidade financeira própria na realização de serviços de ampliação e melhoria do sistema • Dificuldades na captação de recursos para ampliação e manutenção dos serviços • Aumento gradual dos gastos com operação e manutenção do sistema, com risco de falhas no mesmo 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade financeira própria de realizar investimentos de manutenção do sistema existente e melhorias e ampliações pontuais • Capacidade de captação de recursos para ampliações pontuais do sistema • Aumento gradual dos gastos com operação e manutenção do sistema e possibilidade de acompanhar parcialmente as demandas 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade financeira de investimentos com recursos próprios e captação para manutenção e ampliação do sistema • Sustentabilidade financeira dos serviços de saneamento básico • Aumento gradual dos gastos com operação e manutenção do sistema e com contrapartida adequada de ampliação das receitas
Institucional	<ul style="list-style-type: none"> • Ausência de instrumentos de promoção de consciência ambiental • Incapacidade de gestão do sistema • Ausência de transparência e mecanismos de controle social quanto ao sistema • Ausência de indicadores relativos ao sistema • Descumprimento recorrente da legislação e incapacidade de atender padrões de qualidade exigidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciativas esporádicas de conscientização e educação ambiental • Baixa capacidade de gestão do sistema • Controle social exercido sem mecanismos regulares e institucionalizados • Avaliação do sistema realizada sem periodicidade definida e sem indicadores bem estabelecidos • Informações sobre o sistema esporádicas e não sistemáticas • Cumprimento parcial e limitado da legislação e dos requisitos de 	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciativas periódicas de conscientização e educação ambiental • Capacidade média de gestão do sistema • Criação de mecanismos regularizados de controle social • Avaliação periódica do sistema com o estabelecimento de critérios bem definidos para a mesma • Disponibilização de um conjunto de informações gerais sistemáticas e periódicas sobre o funcionamento do sistema 	<ul style="list-style-type: none"> • Ações sistematizadas e permanentes de consciência e educação ambiental • Eficiência na gestão do sistema • Rotinas e métodos de controle social bem definidos e estabelecidos • Acompanhamento dos resultados do Plano Municipal de Saneamento Básico por um conjunto de indicadores monitorados permanentemente • Cumprimento dos requisitos legais e dos padrões de qualidade

CATEGORIA	CENÁRIOS			
	Negativo	Tendência	Possível	Positivo
	<ul style="list-style-type: none"> • Enfraquecimento institucional ocasionando incapacidade de planejamento e gestão do sistema • Incapacidade de controle e acompanhamento dos contratos relativos aos serviços de saneamento 	<p>qualidade efetuado como resposta a fiscalização externa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidade de planejamento e gestão do sistema limitada a ações de curto prazo. • Capacidade baixa de controle e acompanhamento dos contratos relativos aos serviços de saneamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Cumprimento parcial da legislação e dos requisitos de qualidade efetuado como resposta a fiscalização externa e mecanismos próprios de controle • Capacidade de planejamento e gestão do sistema limitada a ações de curto e médio prazos • Capacidade de controle e acompanhamento dos contratos relativos aos serviços de saneamento 	<p>efetuados por mecanismos incorporados à própria gestão</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidade de planejamento e gestão do sistema no curto, no médio e no longo prazos • Gestão de excelência dos contratos relativos aos serviços de saneamento

Fonte: Autoria própria.

12.6 REFERÊNCIAS

- BORJESON, L., HOJER, M., DREBORG, K. H., EKVALL, T., FINNVEDEN, G. Towards a User's Guide to Scenarios: a Report on Scenario Type and Scenario Techniques. *Environmental Strategies Research*. Stockholm: Royal Institute of Technology, 2005.
- BRASIL. Plano Nacional em Saneamento Básico. 2015. Disponível em: http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/plansab_texto_editado_para_download.pdf. Acesso em: 25 abr. 2015.
- FINDES. Caminhos para o desenvolvimento regional. São Mateus e Região. 1ª Edição. 2014.
- FRANCO, F. L.. Prospectiva estratégica: uma metodologia para a construção do futuro. *Tese de Doutorado*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.
- GODET, Michel et al. *Scenarios and strategies. A toolbox for problem solving*. Paris: Lipsor, 2004.
- GODET, Michel. *Creating futures scenario planning as a strategic management tool*. Paris: Economica, 2006.
- GODET, Michel. *From anticipation to action: a handbook of stratégie prospective*. Paris: Unesco, 1994.
- GODET, Michel; DURANCE, Philippe. *La prospectiva estratégica para las empresas y los territorios*. Paris: Lipsor, 2009.
- GODET, Michel; DURANCE, Philippe. *Prospectiva estratégica: problemas y métodos*. 2. ed. Paris: Lipsor, 2007.
- IJSN. Déficit Habitacional no Espírito Santo com base no CadÚnico. Textos para Discussão, 53. Vitória-ES, 2015. 52p.
- IJSN. Investimentos Anunciados e concluídos no Espírito Santo 2015-2020. Vitória-ES, 2015. 55p.
- INCAPER. Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural – município de Jaguaré, PROATER 2011 – 2013. Vitória – Es, 2010.
- LOUREIRO, A. L. *Gestão dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Estado da Bahia: análise de diferentes modelos*. 2009. Dissertação (mestrado em engenharia ambiental urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.
- SILVEIRA, Rogério Braga; HELLER, Léo and REZENDE, Sonaly. Identificando correntes teóricas de planejamento: uma avaliação do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab). *Rev. Adm. Pública* [online]. 2013, vol.47, n.3, pp. 601-622. ISSN 0034-7612.

APÊNDICE A



Legenda

- △ Estação de tratamento de água (sem informação)
- Estação elevatória de água bruta (sem informação)
- ◇ Estação elevatória de água tratada (sem informação)
- Reservatório (sem informação)
- ~ Hidrografia
- Área Urbanizada
- Rodovias
- Arruamento



**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA:
MUNICÍPIO DE IÚNA - SEDE**

Projeção Universal Transversal de Mercator
Datum: Sirgas 2000
Sistema de Coordenada: SIRGAS 2000 Zona 24 S
Unidade: Metro
Fonte: GeoBases / IJSN / IEMA

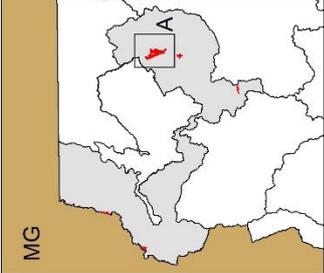
Escala:
1:22.000

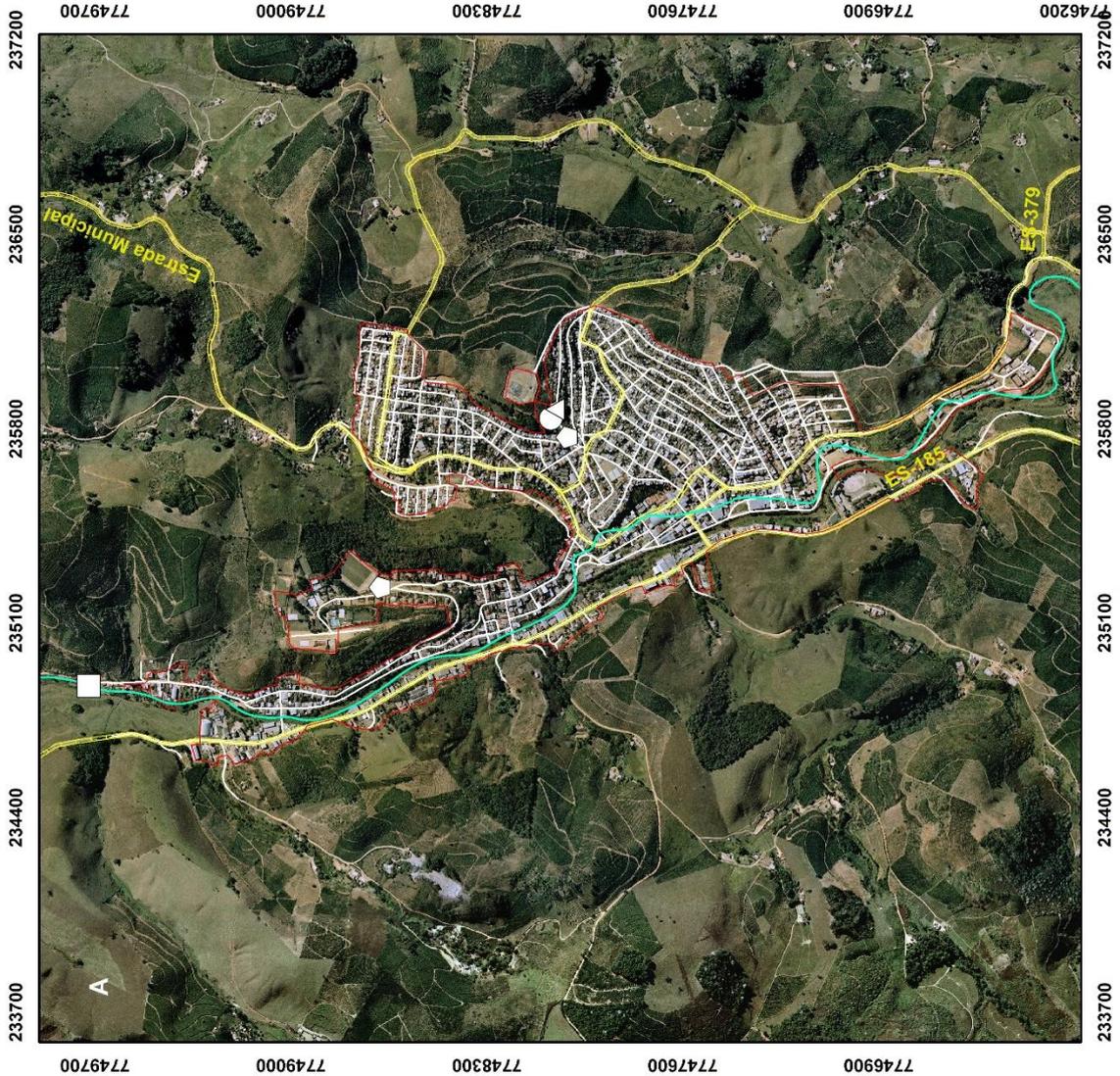
Escala Gráfica

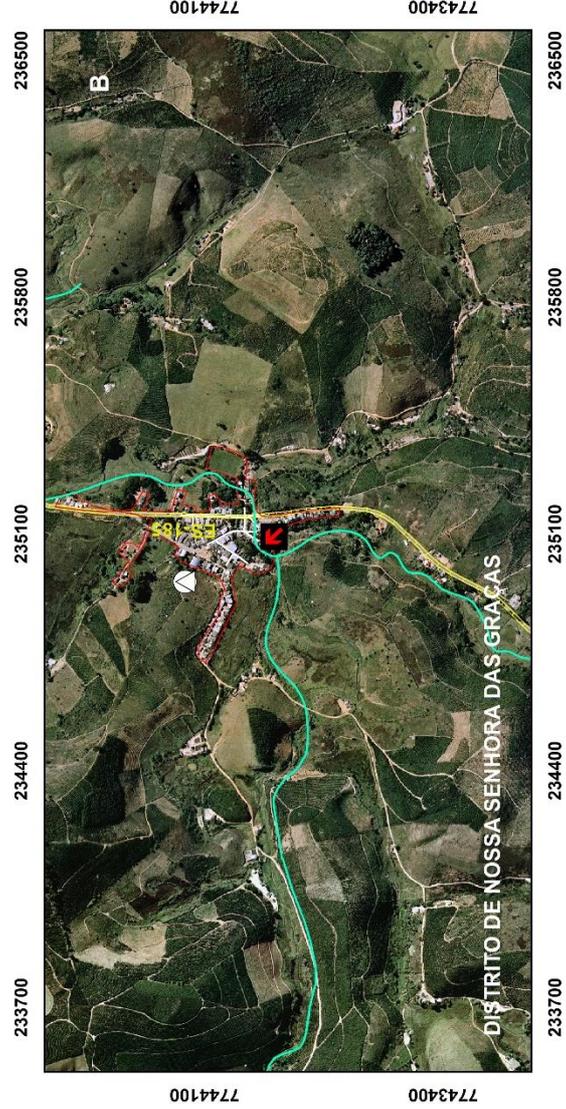
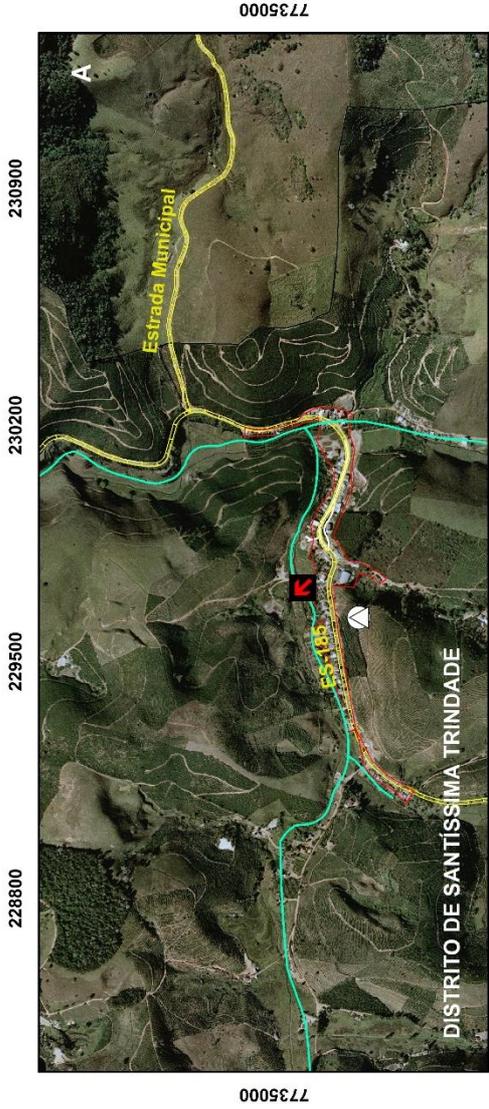


Data da Edição:
05/12/2016

Executado por:
Dimaghi Schwamback







**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA:
MUNICÍPIO DE IUNA - SEDES DISTRITAIS**

Projeção Universal Transversal de Mercator
Datum: Sirgas 2000
Sistema de Coordenada: SIRGAS 2000 Zona 24 S
Unidade: Metro
Fonte: GeoBases / IJUN / IEMA

Escala:
1:18.000

Escala Gráfica
0 0,125 0,25 0,5 km

Data da Edição:
15/12/2016

Executado por:
Dimaghi Schwaback



Legenda

- ▲ Estação de tratamento de água (inoperante)
- △ Estação de tratamento de água (sem informação)
- ◻ Captação (inoperante)
- Reservatório (sem informação)
- ~ Hidrografia
- ~ Área Urbanizada
- ~ Rodovias
- ~ Arruamento



**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA:
MUNICÍPIO DE IÚNA - SEDES DISTRITAIS**

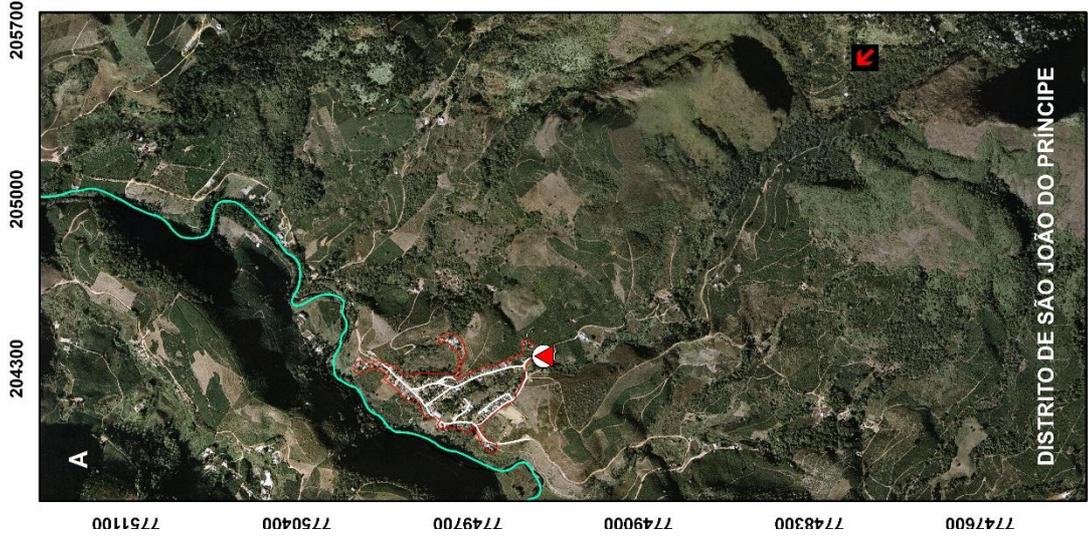
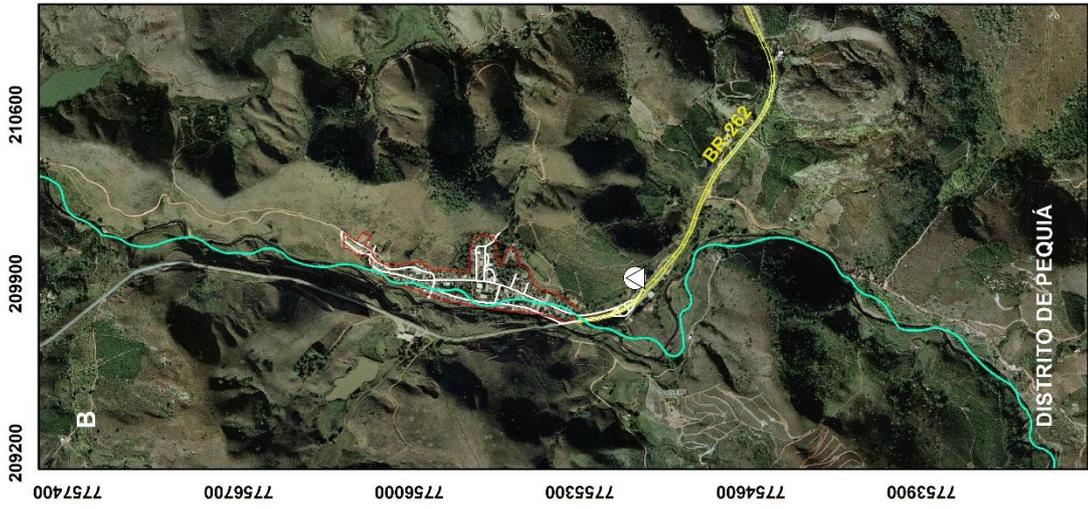
Projeção Universal Transversal de Mercator
Datum: Sirgas 2000
Sistema de Coordenada: SIRGAS 2000 Zona 24 S
Unidade: Metro
Fonte: GeoBases / IJUN / IEMA

Escala:
1:25.000

Escala Gráfica
0 0,175 0,35 0,7 km

Data da Edição:
05/12/2016

Executado por:
Dimaghi Schwamback



7757400 7756700 7756000 7755300 7754600 7753900

209200 209900 210600

7751100 7750400 7749700 7749000 7748300 7747600

204300 205000 205700

APÊNDICE B



Legenda

-  Lançamento de esgoto (in natura)
-  Área Urbanizada
-  Rodovias
-  Arruamento

N 

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO:
MUNICÍPIO DE IÚNA - SEDES DISTRITAIS**

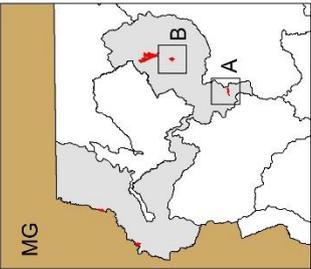
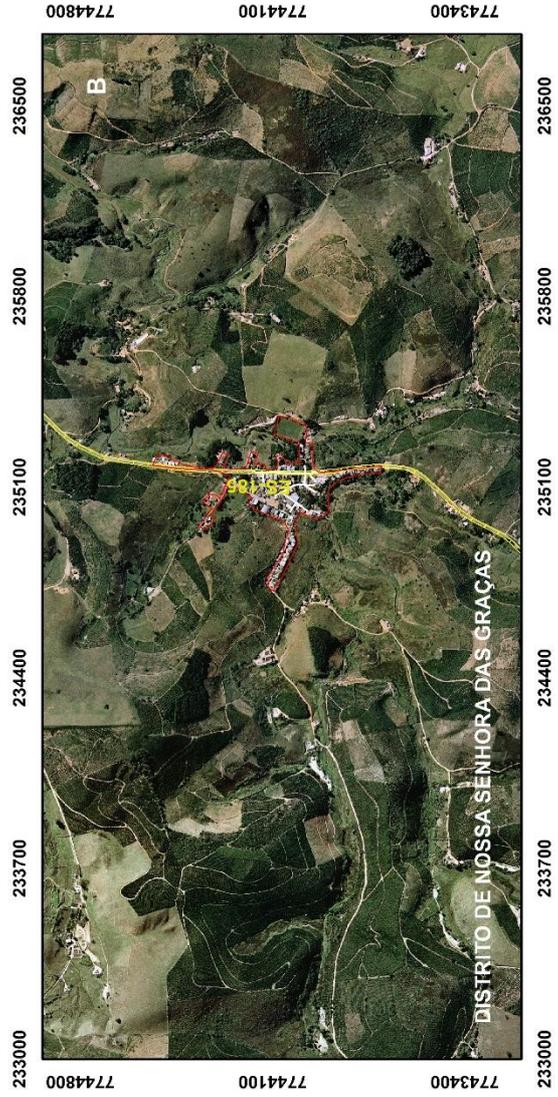
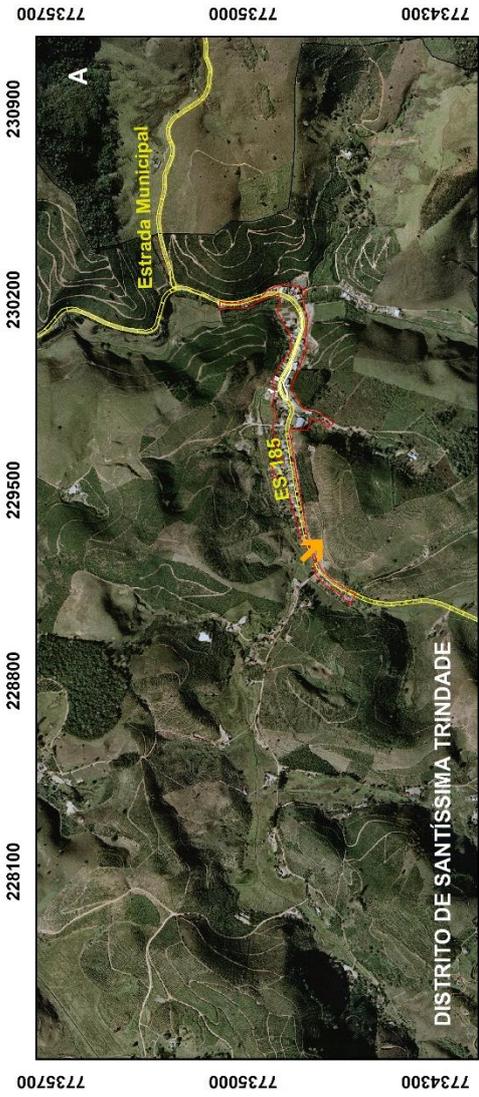
Projeção Universal Transversal de Mercator
Datum: Sirgas 2000
Sistema de Coordenada: SIRGAS 2000 Zona 24 S
Unidade: Metro
Fonte: GeoBases / IJSN / IEMA

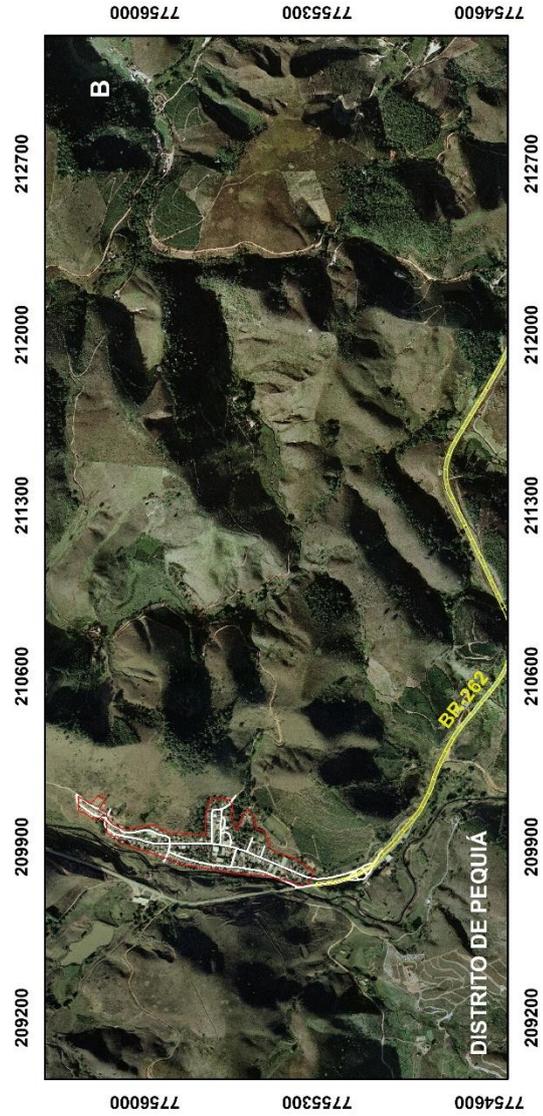
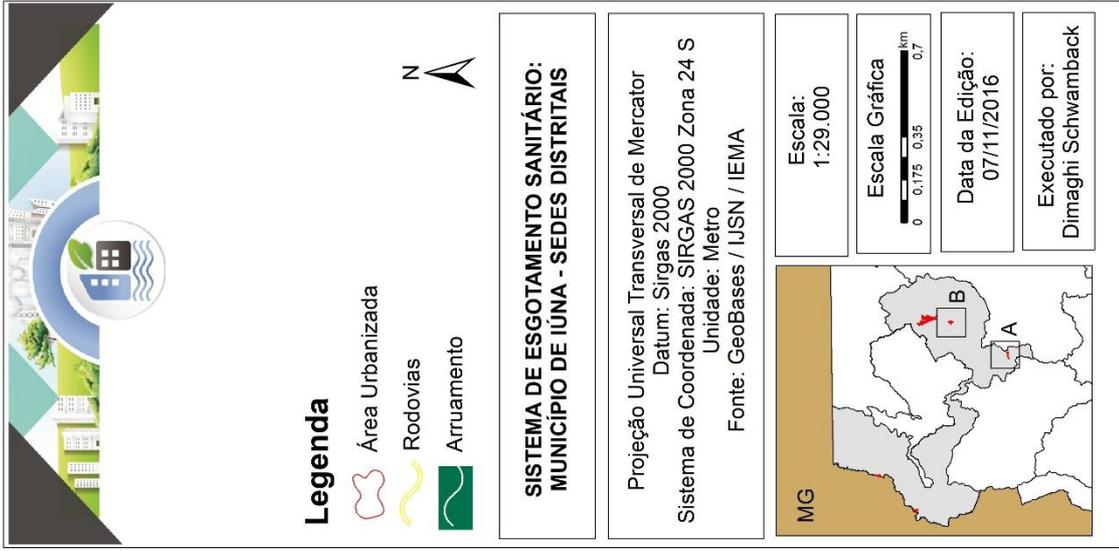
Escola:
1:22.000

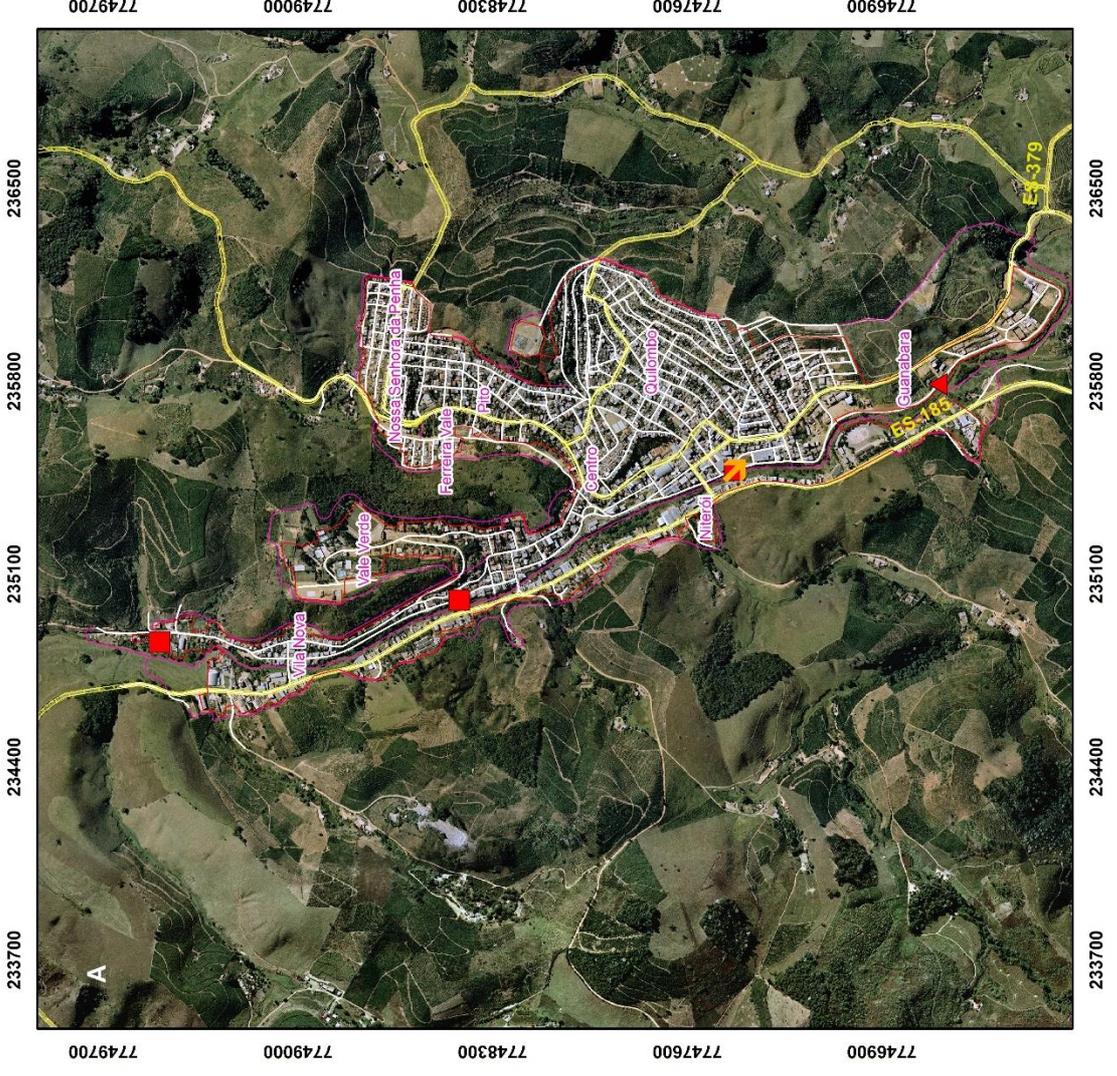
Escola Gráfica


Data da Edição:
07/11/2016

Executado por:
Dimaghi Schwambach





Legenda

-  Estação de tratamento de esgoto (inoperante)
-  Lançamento de esgoto (in natura)
-  Estação elevatória de esgoto bruto (inoperante)
-  Área Urbanizada
-  Rodovias
-  Arruamento
-  Bairros

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO:
MUNICÍPIO DE IÚNA - SEDE**

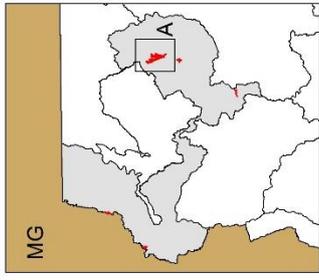
Projeção Universal Transversal de Mercator
Datum: Sirgas 2000
Sistema de Coordenada: SIRGAS 2000 Zona 24 S
Unidade: Metro
Fonte: GeoBases / IJSN / IEMA

Escala:
1:22.000



Data da Edição:
07/11/2016

Executado por:
Dimaghi Schwaback



APÊNDICE C



Legenda

- Iúna
- Limite Administrativo Distrital
- Limite Administrativo Municipal
- Locais Pré-Selecionados



PRÉ-SELEÇÃO DE LOCAIS PARA ATERRO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS MUNICÍPIO DE IÚNA

Projeção: Universal Transversal de Mercator
 Datum: Sirgas 2000
 Zona: 24 S
 Unidade: Metro
 Fonte: GeoBases / IJSN / IEMA

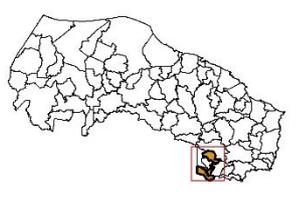
Escala: 1:268.000

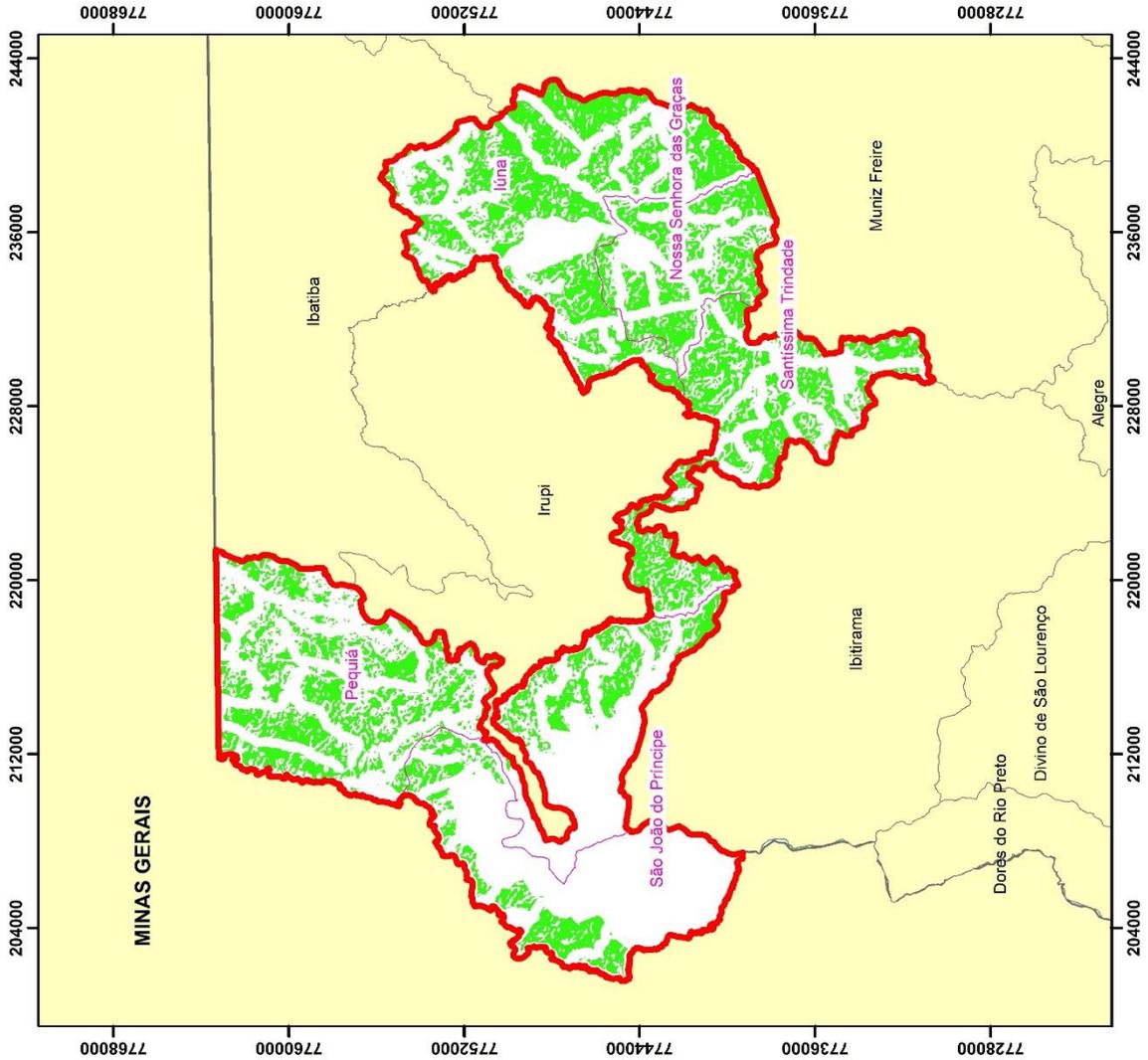
Esca Gráfica

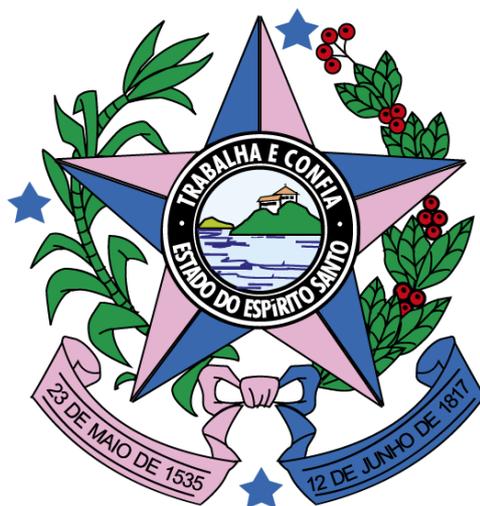


Data da Edição: 29/03/2017

Executado por: Dimaghi Schwamback







GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Secretaria de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano

Av. N. S. Navegantes, 635, Ed. Corporate Office - 11º e 12º andar

Enseada do Suá - CEP: 29.050-335 - Vitória / ES

Tel.: (27) 3636-5041 / 3636-5042

E-mail: secretaria@sedurb.es.gov.br

www.sedurb.es.gov.br