



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

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



**Castelo-ES
2017**

EXECUÇÃO



LAGESA

**LABORATÓRIO DE GESTÃO DO
SANEAMENTO AMBIENTAL**

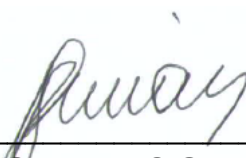
REALIZAÇÃO

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 de 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 CASTELO**Prefeito**

Luiz Carlos Piassi

Vice-Prefeito

Pedro Nunes

GRUPO DE TRABALHO (GT)**Comitê Técnico Executivo**

Letícia Maria Andrião Rocha - Conselho Municipal de Saneamento Básico

Cristiane Tinoco dos Santos - SMSU/Def.Civil

Daniela Pereira Mendes - Agente Fiscal de Meio Ambiente

Pedro Souza Filho - SEMSUR

Comitê Consultivo

Antônio Zardo

Caio Louzada Martins - INCAPER

Caetano Zoboli - Secretaria Municipal de Obras

Liezer Guarnier Fim - CESAN

Welito Augusto Alves - Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Castelo

Anacleto Brunoro Júnior - Associação de Bairros da Macrozona Urb. de Castelo

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 Biccás – 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 CASTELO	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 PROGNÓSTICO E ALTERNATIVAS PARA A UNIVERSALIZAÇÃO.....	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 (SEE)	97
9.1 PROGNÓSTICO E ALTERNATIVAS PARA A UNIVERSALIZAÇÃO.....	97
9.2 CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS E EVOLUÇÃO – PROSPECTIVA DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO – PPE	113
9.3 REFERÊNCIAS	167
10 PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS (SLUMRS)	168
10.1 ESTIMATIVA DAS DEMANDAS POR SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO PARA TODO O PERÍODO DO PMSB	168
10.2 ALTERNATIVAS PARA O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS.....	204
10.3 REFERÊNCIAS	206
11 PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS E DRENAGEM URBANA (SDMAPU).....	207
11.1 ESTIMATIVA DAS DEMANDAS POR SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO PARA TODO O PERÍODO DO PMSB	207
11.2 ALTERNATIVAS PARA O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS.....	230
11.3 AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS	233
11.4 OBJETIVOS E METAS PRETENDIDAS COM A IMPLANTAÇÃO DO PMSB	237

11.5 REFERÊNCIAS.....	239
12 CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS E EVOLUÇÃO – PROSPECTIVA DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO – PPE	241
12.1 NOTAS METODOLÓGICAS	241
12.2 SISTEMATIZAÇÃO DOS DIAGNÓSTICOS: PROBLEMAS E DESAFIOS, AVANÇOS E POTENCIALIDADES.....	244
12.3 OBJETIVOS E METAS PRETENDIDAS COM A IMPLANTAÇÃO DO PMSB	275
12.4 DIRECIONADORES DE FUTURO	281
12.5 CENÁRIOS PROSPECTIVOS	283
12.6 REFERÊNCIAS.....	289
APÊNDICE A	290
APÊNDICE B	292
APÊNDICE C.....	295

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 Castelo, 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 Castelo 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.

Castelo é um município de um pouco mais de 38 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 aliadas 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 os agrupa 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 Castelo, 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 às 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 CASTELO

A gestão atual dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no município de Castelo estão concedidos à Cesan. No que diz respeito à execução dos outros serviços do saneamento básico, eles se encontram a cargo da Prefeitura, através da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SEMSUR), ainda que partes desses serviços sejam através de contratos de prestação de serviços.

A gestão atual dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no município de Castelo no que diz respeito à execução dos serviços encontra-se centralizada especialmente na municipalidade 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 Serviços Urbanos. 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 (PNSR), 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.

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 Castelo, 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 (Art. 166), para formular a política de saneamento básico e definir de estratégias para sua implementação. O mesmo Artigo 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.

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

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

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”.

No município de Castelo, algumas informações são divulgadas através da distribuição de folders e outros meios. Contudo, quanto aos serviços de resíduos, não existe uma articulação sistemática diretamente com os catadores.

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.

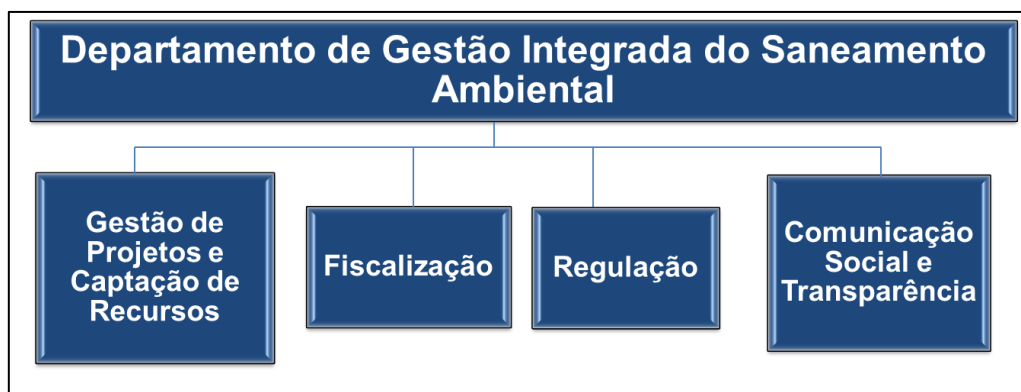
Silva (2010) chama a atenção para os mecanismos que podem ser utilizados para garantir a integração entre os atores e a participação social, destacando o estabelecimento de órgãos colegiados de caráter consultivo ou também deliberativo, envolvendo representantes dos titulares dos serviços, dos órgãos 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 encalço, 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.

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.

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

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

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.

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. DETERMINAÇÃO – Ação indicada pela Agência Reguladora a ser cumprida pela concessionária, no prazo especificado. 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. 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. 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. 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.
--

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.

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 pouco buscadas por 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 regular 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 nº 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 nº 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 Castelo 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 Castelo; 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 72,5%.

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 Castelo-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/Sinconfi/STN (2015).

Para o município de Castelo foram levantados esses indicadores para os anos de 2013, 2014 e 2015, tal como apresentado na Tabela a seguir.

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

Indicadores gerenciais	2013	2015
1. Transferências Intergovernamentais x Geração de receita própria	1.00 X 0,10	1.00 X 0,12
2. Receita Tributária Per Capita	R\$ 155,60	R\$ 209,90
3. Vinculação da Receita Corrente	63,43%	52,47%%
4. Capacidade de Poupar	7,14%	9,12%
5. Resultado Fiscal	1,98%	552%
6. Despesa per Capita com Prestação de Serviços	R\$ 1.799,33	R\$ 2.025,61
7. Investimento per capita	R\$ 149,00	R\$ 126,22
8. Endividamento Bruto	1,16%	0,95%
9. Nível de Investimento	4,2%	4,8%

Fonte: IBGE Cidades/Sinconfi/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 Castelo, 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\$ 0,11 de receita própria gerada. Essa fragilidade de geração de receitas também pode ser verificada no segundo indicador. Isso mostra que o PMSB requererá do município de Castelo 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 Castelo, em 2015, 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 Castelo subiu de 7,14% para 9,12% o que é, também, um bom indicador para o município.
- Os investimentos realizados por habitante, entretanto, caíram, o que é um importante sinal de alerta quanto a construção da infraestrutura necessária à prestação de serviços pelo município.
- O nível de investimentos para o município permaneceu praticamente inalterado no período.

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 Castelo serão objeto da próxima etapa desse estudo.

8 PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA)

8.1 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 abastecimento de água do Município de Castelo. 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 Castelo, 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 Castelo 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 Básico¹¹ (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, disciplinado 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,

No município de Castelo, a responsabilidade sobre os Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) é da Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN). A CESAN é responsável pelo conjunto de serviços, manutenção de infraestrutura e instalações operacionais relacionados ao abastecimento de água principalmente no distrito sede do município, entretanto, em boa parte dos demais distritos os serviços são de responsabilidade das comunidades beneficiadas por meio de autogestão no modelo Pró-rural ou da própria comunidade local em ações

relacionadas aos serviços de abastecimento de água que não tem participação direta da CESAN ou até mesmo da Prefeitura Municipal.

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, melhoria, 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 Castelo, foi levantado na fase de diagnóstico que os sistemas de abastecimento de água totalizam 5 unidades principais denominadas Sede (Sede, Caju), Estrela do Norte, Limoeiro, Monte Pio e Patrimônio do Ouro. O Quadro 8-1 ilustra os distritos e respectivas comunidades no município de Castelo.

Quadro 8-1 - Distritos e comunidades do município de Castelo.

Distrito	Perímetro urbano/Comunidade
Sede	Sede Caju
Estrela do Norte	Estrela do Norte
Limoeiro	Limoeiro
Monte Pio	Monte Pio
Patrimônio do Ouro	Patrimônio do Ouro

Fonte: Autoria própria.

Em vista disso, ao analisar o diagnóstico do município apresentado, foram identificadas demandas existentes na área de abastecimento de água:

- Regularização do abastecimento de água em algumas pequenas localidades cuja captação é feita diretamente de corpos hídricos, ou poços artesianos,

muitas vezes sem interferência ou participação direta da CESAN ou mesmo da Prefeitura,

- Regularização das terras do entorno da captação do sistema sede,
- Verificação da influência da criação de porcos à montante da captação do sistema sede,
- Resgate de maiores informações sobre os sistemas da sede e demais distritos,
- Ausência do fornecimento de água em regiões mais afastadas da sede,
- Nos distritos, excluindo-se Sede e Limoeiro, muitas vezes a captação é realizada diretamente nos corpos hídricos ou poços sem o controle da concessionária.

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 Castelo ao longo dos horizontes de planejamento.

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

Parâmetro	Alternativas	Cenários	
		1	3
Índice de atendimento (%)	Elevação do índice de atendimento até a universalização do serviço		
Consumo per capita (L/hab.dia)	Redução do consumo per capita de água		
	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 Castelo 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 Castelo cujo índice de atendimento urbano é da ordem de 96%, traçou-se uma hipótese de que essa variável se elevará até atingir 100% da população atendida, garantindo a universalização dos serviços. Como o índice de atendimento em Castelo 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	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 (%)	96	97	97	99	100	100	100	100

Fonte: Autoria própria.

As alternativas apresentadas no item abaixo 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 Castelo apresenta um índice per capita de 198 L/hab.dia, apesar do porte do município. Desta forma,

será considerado um consumo per capita mínimo, a ser atingido no final de plano de 158 litros diários de água. Isso porque o horizonte do plano (20 anos) é curto para uma redução de 25% no índice per capita. Assim, decidiu-se adotar uma postura conservadora e admitir uma redução de 20% neste índice.

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)	198	194	192	183	181	175	173	158

Fonte: Autoria própria.

O índice de perda na distribuição do município em 2014 foi de 18,00%, o qual deverá ser mantido ao longo da projeção dos anos. Salieta-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 (%)	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0

Fonte: Autoria própria.

- Demais distritos - Demanda urbana

Aplicam-se para as áreas urbanas de todos os distritos os valores previstos nas Tabelas 8-1, 8-2 e 8-3, ou seja, alcance da universalização dos serviços de abastecimento de água a partir do Ano 9, redução do consumo per capita para 158 litros/habitante/dia até o Ano 20 e manutenção do índice de perdas em 18,0%.

- Todos os distritos - Demanda rural

Para as áreas rurais dos distritos admitiu-se um atendimento no Ano 0 de 6% 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 (%)	6	16	21	41	46	60	65	100

Fonte: Autoria própria.

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

Para o índice de perdas, como deverão ser implantados todos os sistemas, ou seja, instalações novas, admitiu-se um índice de perdas de 25%, por se tratar de sistemas a serem quase totalmente implantados e, provavelmente, pertencentes ao programa Pró-Rural cuja manutenção e operação dos sistemas são de responsabilidade da comunidade atendida.

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 Castelo.

Quadro 8-3 - Objetivos e metas para o município de Castelo.

		Água			
		Demanda	Solução	Metas (prazo)	Prioridade
Informações Gerais		1. Consumo per capita de 198 L/hab.dia;	Reduzir consumo per capita até o final do plano para 158L/hab/dia	Longo	Alta
		2. Não existem informações a respeito da EEAB, adutora de água bruta, sistema de reservação de água tratada e da rede de distribuição, nos distritos	Levantamento de informações da EEAB, adutora de água bruta, sistema de reservação de água tratada e da rede de distribuição.	Curto	Alta
		3. Não há informações sobre o local de captação e vazão de captação nos distritos;	Levantamento de informações sobre o local de captação e vazão de captação	Médio	Alta
		4. Não há informações sobre o tipo de tratamento, vazão de operação, vazão de projeto e tempo de funcionamento da ETA nos distritos;	Levantamento de informações tipo de tratamento, vazão de operação, vazão de projeto e tempo de funcionamento da ETA	Curto	Média
		5. Não existem informações a respeito da adutora de água tratada, da EEAT de todo o município	Levantamento de informações de localização, comprimento, material e diâmetro das adutoras existentes	Curto	Media
		6. Não existem informações a respeito da outorga para captação nos distritos;	Regularização e/ou divulgação da situação das outorgas das captações	Médio	Alta
		7. Não existem informações do tempo de funcionamento da ETA tanto na sede quanto nos distritos;	Levantamento de informações do tempo de funcionamento da ETA.	Curto	Média
		8. Falta de informações a respeito dos Pró-rurais existentes no município	Criar banco de dados com informações de forma de vazões captadas, existência de tratamento e de monitoramento.	Curto	Média
		9. Dificuldade quanto aos nomes das localidades atendidas por cada sistema	Mapeamento das áreas atendidas por cada sistema		
		10. Índice de atendimento de 96% (urbana)	Atender 100% da população	Médio	Alta
		11. Índice de atendimento de 6% (rural)	Atender 100% da população	Longo	Alta
Distrito	Perímetro urbano/ Comunidade de	Demanda	Solução		

Sede	Sede	1. A ETA opera com 67,2 L/s e sua capacidade é de 82 L/s	Elaborar estudo para verificar se há necessidade de ampliação ou construção de nova unidade	Médio	Média
		2. Não existem informações acerca da EEAT que existe dentro da ETA	a) Levantamento de/ou divulgação de informações à respeito da EEAT b) Prever necessidade de manutenção informações da EEAT.	Curto	Alta
		3. Não existem de informações sobre os oito boosters de água tratada	Levantamento de informações dos boosters de água tratada.	Médio	Alta
		4. Há sistema de monitoramento da água tratada, porém não são monitorados todos os parâmetros exigidos pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde	Implantar monitoramento dos demais parâmetros exigidos pela portaria.	Curto	Alta
		5. Alguns parâmetros de monitoramento não atendidos como fósforo, turbidez e cloro residual	Verificar eficiência do tratamento	Curto	Alta
		6. Não há informações sobre o número de pessoas atendidas pelos sistemas	Levantamento de informações sobre o número de atendimento	Curto	Alta
	Caju	1. Não há monitoramento da água bruta	Implantar sistema de monitoramento da água bruta	Curto	Média
		2. Não há monitoramento da água tratada	Implantar sistema de monitoramento da água tratada	Curto	Alta
Estrela do Norte	Estrela do Norte	1. Não há monitoramento da água bruta	Implantar sistema de monitoramento da água bruta	Curto	Média
		2. Não há monitoramento da água tratada	Implantar sistema de monitoramento da água tratada	Curto	Alta
Limoeiro	Limoeiro	1. Não há informações sobre o número de atendimento.	Levantamento de informações sobre o número de atendimento.	Curto	Alta
		2. Não há informações dos dados do monitoramento realizado na água do poço utilizado para captação	Registro dos dados de monitoramento	Curto	Alta
		3. Não há informações a respeito da existência de tratamento da água captada	Implantar sistema de tratamento da água, assim como o monitoramento de sua qualidade	Curto	Alta
Monte Pio	Monte Pio	1. Não há monitoramento da água bruta	Implantar sistema de monitoramento da água bruta	Curto	Média

		2. Não há informações a respeito do tratamento da água e seu respectivo monitoramento	Implantar sistema de monitoramento da água tratada	Curto	Alta
Patrimônio do Ouro	Patrimônio do Ouro	1. Não há monitoramento da água bruta	Implantar sistema de monitoramento da água bruta	Curto	Média
		2. Não há informações a respeito do tratamento da água e seu respectivo monitoramento	Implantar sistema de monitoramento da água tratada	Curto	Alta

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 Castelo 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):**

$$\text{Índice de Perdas por Ligação (IPL)} = \frac{\text{Vol. Disponibilizado} - \text{Vol. Água de Serviço} - \text{Vol. Consumido}}{(\text{Nº Ligações ativas do mês} + \text{Nº Ligações ativas do mês do ano anterior}) / 2 \times 360 \text{ dias}}$$

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 o serviço.
- **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: $n \geq 3 \rightarrow Isa = 100$ $3 > n > 0 \rightarrow Isa = \text{interpolares}$ $n \leq 0 \rightarrow Isa = 0$	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 Micromedicação (ICMi)	$ICMi = (\text{total de ligações com hidrômetros} / \text{total de ligações de água}) \times 100$	O próprio valor do indicador	Avaliar cobertura da micromedicação

Indicador	Composição da Fórmula	Pontuação	Objetivos e Finalidade
Índice de Macromedição na Produção (IMP)	$IMP = (\text{total de pontos com medidores nas saídas das ETAs} / \text{total de pontos nas saídas das ETAs}) \times 100$	O próprio valor do indicador	Avaliar a evolução da macromedição na produção
Iqa - Indicador de Qualidade de Água Distribuída $Iqa = K \times (NAA/NAR) \times 100$	$K = n^{\circ} \text{ de amostras realizadas} / n^{\circ} \text{ mínimo de amostras a serem efetuadas pelo SAA, de acordo com a Legislação};$ $NAA = \text{quantidade de amostras consideradas como sendo de água potável relativa a colimetria, cloro e turbidez (mensais)};$ $NAR = \text{quantidade de amostras realizadas (mensais)}$ onde $K \leq 1$	$Iqa = 100\% \rightarrow 100$ $95\% \leq Iqa < 100\% \rightarrow 80$ $85\% \leq Iqa < 95\% \rightarrow 60$ $70\% \leq Iqa < 85\% \rightarrow 40$ $50\% \leq Iqa < 70\% \rightarrow 20$ $Iqa < 50\% \rightarrow 0$	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 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 198 L/hab.dia.

- **Coeficientes K_1 , K_2**

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 (K_1): 1,2;
- Coeficiente de máxima vazão horária (K_2): 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 e dados do SNIS. 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.

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

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

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

Onde:

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

q= Consumo per capta (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 198,00 (L/hab/dia) e o índice de perdas total no sistema de 18% para área urbana e 25% para área rural, 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, Estrela do Norte, Limoeiro, Monte Pio e Patrimônio do Ouro são apresentados nas Tabelas 8-5 a 8-9, respectivamente, 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.

Cenário 1 - 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	21.072	46,4	-	-	-
1	21.186	46,6	11	22.391	51,3
2	21.302	46,9	12	22.520	51,6
3	21.417	47,6	13	22.650	51,9
4	21.534	47,9	14	22.805	52,3
5	21.652	48,6	15	22.960	52,6
6	21.769	48,9	16	23.117	53,0
7	21.889	49,7	17	23.276	53,3
8	22.009	49,9	18	23.435	53,7
9	22.135	50,7	19	23.590	54,1
10	22.262	51,0	20	23.745	54,4

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-6 - Estimativa de demanda urbana - Distrito Estrela do Norte.

Cenário 1 – Estrela do Norte					
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	137	0,3	-	-	-
1	138	0,3	11	145	0,3
2	138	0,3	12	146	0,3
3	139	0,3	13	147	0,3
4	140	0,3	14	148	0,3
5	141	0,3	15	149	0,3
6	141	0,3	16	150	0,3
7	142	0,3	17	151	0,3
8	143	0,3	18	152	0,3
9	144	0,3	19	153	0,4
10	145	0,3	20	154	0,4

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-7 - Estimativa de demanda urbana - Distrito Limoeiro

Cenário 1 - Limoeiro					
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	91	0,2	-	-	-
1	92	0,2	11	97	0,2
2	92	0,2	12	98	0,2
3	93	0,2	13	98	0,2
4	93	0,2	14	99	0,2
5	94	0,2	15	100	0,2
6	95	0,2	16	100	0,2
7	95	0,2	17	101	0,2
8	96	0,2	18	102	0,2
9	96	0,2	19	102	0,2
10	97	0,2	20	103	0,2

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-8 - Estimativa de demanda urbana – Distrito Monte Pio

Cenário 1 – Monte Pio					
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	118	0,3	-	-	-
1	119	0,3	11	125	0,3
2	119	0,3	12	126	0,3
3	120	0,3	13	127	0,3
4	121	0,3	14	128	0,3
5	121	0,3	15	129	0,3
6	122	0,3	16	129	0,3
7	123	0,3	17	130	0,3
8	123	0,3	18	131	0,3
9	124	0,3	19	132	0,3
10	125	0,3	20	133	0,3

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-9 - Estimativa de demanda urbana – Distrito Patrimônio do Ouro

Cenário 1 – Patrimônio do Ouro					
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	40	0,1	-	-	-
1	41	0,1	11	43	0,1
2	41	0,1	12	43	0,1
3	41	0,1	13	43	0,1
4	41	0,1	14	44	0,1
5	42	0,1	15	44	0,1
6	42	0,1	16	44	0,1
7	42	0,1	17	45	0,1
8	42	0,1	18	45	0,1
9	42	0,1	19	45	0,1
10	43	0,1	20	46	0,1

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 198 (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 8-10 a 8-14 apresentam as demandas rurais ao longo do horizonte de planejamento no cenário médio para os distritos Sede, Estrela do Norte, Limoeiro, Monte Pio e Patrimônio do Ouro, 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 - Sede.

Cenário 1 - 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	7.632	1,0	-	-	-
1	7.673	1,1	11	8.109	10,2
2	7.715	1,9	12	8.156	11,2
3	7.757	2,8	13	8.203	12,2
4	7.799	3,8	14	8.259	13,2
5	7.842	4,7	15	8.316	14,3
6	7.885	5,6	16	8.373	15,4
7	7.928	6,5	17	8.430	16,4
8	7.971	7,5	18	8.488	17,5
9	8.017	8,5	19	8.544	18,6
10	8.063	9,2	20	8.600	19,7

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-11 - Estimativa de demanda rural – Distrito Estrela do Norte.

Cenário 1 - Estrela do Norte					
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	1.928	0,3	-	-	-
1	1.938	0,3	11	2.049	2,6
2	1.949	0,5	12	2.060	2,8
3	1.959	0,7	13	2.072	3,1
4	1.970	0,9	14	2.086	3,3
5	1.980	1,2	15	2.101	3,6
6	1.992	1,4	16	2.115	3,9
7	2.003	1,7	17	2.129	4,1
8	2.013	1,9	18	2.144	4,4
9	2.025	2,1	19	2.158	4,7
10	2.036	2,3	20	2.172	5,0

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-12 - Estimativa de demanda rural – Distrito Limoeiro

Cenário 1 - Limoeiro					
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	2.774	0,4	-	-	-
1	2.789	0,4	11	2.947	3,7
2	2.804	0,7	12	2.964	4,1
3	2.819	1,0	13	2.981	4,4
4	2.835	1,4	14	3.002	4,8
5	2.850	1,7	15	3.022	5,2
6	2.865	2,0	16	3.043	5,6
7	2.881	2,4	17	3.064	6,0
8	2.896	2,7	18	3.084	6,4
9	2.914	3,1	19	3.105	6,8
10	2.930	3,4	20	3.125	7,2

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-13 - Estimativa de demanda rural – Distrito Monte Pio

Cenário 1 - Monte Pio					
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	782	0,1	-		
1	786	0,1	11	832	1,0
2	791	0,2	12	836	1,1
3	795	0,3	13	841	1,3
4	799	0,4	14	846	1,4
5	804	0,5	15	852	1,5
6	808	0,6	16	859	1,6
7	812	0,7	17	864	1,7
8	817	0,8	18	870	1,8
9	822	0,9	19	876	1,9
10	826	0,9	20	881	2,0

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-14 - Estimativa de demanda rural – Distrito Patrimônio do Ouro

Cenário 1 – Patrimônio do Ouro					
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	1.530	0,2	-		
1	1.537	0,2	11	1.625	2,0
2	1.546	0,4	12	1.635	2,2
3	1.554	0,6	13	1.644	2,4
4	1.563	0,8	14	1.655	2,7
5	1.571	0,9	15	1.666	2,9
6	1.580	1,1	16	1.678	3,1
7	1.589	1,3	17	1.689	3,3
8	1.597	1,5	18	1.701	3,5
9	1.607	1,7	19	1.712	3,7
10	1.615	1,9	20	1.723	3,9

Fonte: Autoria própria.

8.2.3 Alternativas para as demandas

Com a projeção populacional obtida a partir do padrão de crescimento médio da população são apresentados 2 cenários de alternativas para o atendimento das demandas urbanas e rurais, sendo eles:

- Cenário 1: manutenção do consumo per capita e do índice de perdas;
- Cenário 2: redução do consumo per capita e manutenção do índice de perdas.

Em todos os cenários previstos 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 e para as áreas rurais apenas ao final de plano.

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:

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

Ressaltamos que os dois cenários para atendimento das demandas são ilustrados apenas para a sede. Para as demais áreas urbanas são ilustrados os resultados das demandas para o cenário 2. Para todas as áreas rurais dos distritos são ilustrados os resultados das demandas para o cenário 2.

8.2.3.1 Distrito Sede – Demanda Urbana

Com base nas variáveis ilustradas anteriormente apresenta-se nas Tabelas abaixo as estimativas de produção para atender a demanda do serviço de abastecimento de água no sistema da sede de Castelo 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) - Qprod	Vazão adutora de água tratada (L/s) - Qaat	Demanda Doméstica (L/s) – Qdom	Vazão para a rede (Ls)	Qaat atual - média (l/s)	Qaat atual - máxima (l/s)	Vazão Captada (l/s)
Ano 0	21.072	96	198	46,4	18	68,4	65,6	83	98	64	82	67
Ano 1	21.186	96	198	46,6	18	68,8	66,0	84	99	-	-	-
Ano 2	21.302	96	198	46,9	18	69,2	66,4	84	100	-	-	-
Ano 3	21.417	97	198	47,6	18	70,3	67,4	86	101	-	-	-
Ano 4	21.534	97	198	47,9	18	70,7	67,8	86	102	-	-	-
Ano 5	21.652	98	198	48,6	18	71,8	68,9	88	103	-	-	-
Ano 6	21.769	98	198	48,9	18	72,2	69,2	88	104	-	-	-
Ano 7	21.889	99	198	49,7	18	73,3	70,3	89	105	-	-	-
Ano 8	22.009	99	198	49,9	18	73,7	70,7	90	106	-	-	-
Ano 9	22.135	100	198	50,7	18	74,9	71,8	91	108	-	-	-
Ano 10	22.262	100	198	51,0	18	75,3	72,2	92	108	-	-	-
Ano 11	22.391	100	198	51,3	18	75,7	72,7	92	109	-	-	-
Ano 12	22.520	100	198	51,6	18	76,2	73,1	93	110	-	-	-
Ano 13	22.650	100	198	51,9	18	76,6	73,5	93	110	-	-	-
Ano 14	22.805	100	198	52,3	18	77,1	74,0	94	111	-	-	-
Ano 15	22.960	100	198	52,6	18	77,7	74,5	95	112	-	-	-
Ano 16	23.117	100	198	53,0	18	78,2	75,0	95	113	-	-	-
Ano 17	23.276	100	198	53,3	18	78,7	75,5	96	113	-	-	-
Ano 18	23.435	100	198	53,7	18	79,3	76,1	97	114	-	-	-
Ano 19	23.590	100	198	54,1	18	79,8	76,6	97	115	-	-	-
Ano 20	23.745	100	198	54,4	18	80,3	77,1	98	116	-	-	-

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-16 - Alternativas para o atendimento da demanda urbana do sistema sede – Crescimento populacional médio – Cenário 2.

	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) - Qprod	Vazão adutora de água tratada (L/s) - Qaat	Demanda Doméstica (L/s) – Qdom	Vazão para a rede (Ls)	Qaat atual - média (l/s)	Qaat atual - máxima (l/s)	Vazão Captada (l/s)
Ano 0	21.072	96	198	46,4	18	68,4	65,6	83	98	64	82	67
Ano 1	21.186	96	198	46,6	18	68,8	66,0	84	99	-	-	-
Ano 2	21.302	96	196	46,4	18	68,5	65,7	84	99	-	-	-
Ano 3	21.417	97	194	46,6	18	68,9	66,1	84	99	-	-	-
Ano 4	21.534	97	192	46,4	18	68,5	65,7	84	99	-	-	-
Ano 5	21.652	98	190	46,7	18	68,9	66,1	84	99	-	-	-
Ano 6	21.769	98	188	46,4	18	68,5	65,7	84	99	-	-	-
Ano 7	21.889	99	185	46,4	18	68,5	65,7	84	99	-	-	-
Ano 8	22.009	99	183	46,2	18	68,1	65,4	83	98	-	-	-
Ano 9	22.135	100	181	46,4	18	68,4	65,7	83	98	-	-	-
Ano 10	22.262	100	179	46,1	18	68,1	65,3	83	98	-	-	-
Ano 11	22.391	100	177	45,9	18	67,7	65,0	83	97	-	-	-
Ano 12	22.520	100	175	45,6	18	67,3	64,6	82	97	-	-	-
Ano 13	22.650	100	173	45,4	18	66,9	64,2	82	96	-	-	-
Ano 14	22.805	100	171	45,1	18	66,6	63,9	81	96	-	-	-
Ano 15	22.960	100	169	44,9	18	66,3	63,6	81	95	-	-	-
Ano 16	23.117	100	167	44,7	18	66,0	63,3	80	95	-	-	-
Ano 17	23.276	100	165	44,5	18	65,6	62,9	80	94	-	-	-
Ano 18	23.435	100	163	44,2	18	65,3	62,6	80	94	-	-	-
Ano 19	23.590	100	160	43,7	18	64,5	61,9	79	93	-	-	-
Ano 20	23.745	100	158	43,4	18	64,1	61,5	78	92	-	-	-

Fonte: Autoria própria.

Através da análise das Tabelas 8-15 e 8-16, que objetivam o atendimento à universalização dos serviços de água da Sede do Município de Castelo, são verificadas as seguintes situações para os cenários propostos:

- Cenário 1 (manutenção do consumo per capita e do índice de perdas): nesse cenário, em uma primeira análise, a vazão demandada pela população é maior que a capacidade do sistema, dessa forma, deve passar por ampliações. Observa-se neste cenário que a vazão captada atualmente (67 L/s), no início de plano, é ligeiramente inferior à demandada pela população (68,4 L/s). Esta diferença não significa falta de atendimento à população atual, trata-se apenas de uma diferença ocasionada pelos parâmetros de cálculo admitidos. Com o aumento da população dentro do horizonte de projeto e manutenção do consumo per capita, esta diferença se torna considerável, o que poderia redundar na necessidade de melhorias no sistema, conforme sugerido. Entretanto, segundo informações da CESAN o SAA foi projetado para uma vazão de até 82 L/s, ou seja, superior à maior vazão demandada no final de plano que é de 80,3 L/s. Considerando-se estas informações não há necessidade de ampliação do sistema, mas estudos devem ser conduzidos neste sentido.
- Cenário 2 (redução do consumo per capita e manutenção do índice de perdas): nesse cenário, a vazão demandada pela população pode ser atendida pelo sistema, não havendo, portanto, necessidade de ampliações na ETA e captação. Neste cenário valem os comentários do cenário anterior, entretanto, há redução do consumo per capita e o sistema consegue absorver o avanço da população.

Na sede do município de Castelo foram encontrados registros de licenciamento da ETA, (Processo Nº 27144232 válido até 10/07/2024) e informações sobre outorga de 82 L/s. Entretanto, não existem dados sobre as unidades dos demais sistemas do município. Sendo assim, há uma urgente necessidade de regularização destes sistemas que, além do atendimento à legislação, permitirá a comparação adequada entre a vazão outorgada e a vazão demanda pela população.

Neste caso, atividades voltadas para a conscientização da população e o racionamento da água ajudam a eliminar a necessidade do aumento da produção

de água para o abastecimento ao longo dos 20 anos. 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. Sugere-se que o Cenário 2 seja o pretendido, mas cabe ao corpo técnico da prefeitura municipal e da CESAN a escolha do cenário a ser adotado para futuras decisões.

8.2.3.2 Demais distritos – Demanda Urbana

As zonas urbanas dos distritos de Estrela do Norte, Limoeiro, Monte Pio e Patrimônio do Ouro não estão ligados ao sistema de abastecimento da sede. Cada uma dessas regiões, porém, possui sistema de abastecimento alternativo para atender a demanda da população local.

A estrutura do diagnóstico foi montada a partir de escassas informações sobre estes sistemas, ainda assim, são sugeridas algumas demandas urbanas para todos os distritos abastecidos por esses sistemas alternativos 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 integra o programa Pró rural.

Considerando-se o cenário médio de crescimento populacional, nas Tabelas 8-17 a 8-20, são apresentadas as produções necessárias de água para atendimento à população urbana dos distritos de Estrela do Norte, Limoeiro, Monte Pio e Patrimônio do Ouro, respectivamente, considerando-se o Cenário 2 de demandas, ou seja, consumo per capita decrescente de 198 L/hab/dia a 158 L/hab/dia e índice de perdas de 18%.

Tabela 8-17 - Alternativas para o atendimento da demanda urbana de Estrela do Norte – Crescimento populacional médio – Cenário 2.

	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	137	96	198	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 1	138	96	198	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 2	138	96	196	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 3	139	97	194	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 4	140	97	192	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 5	141	98	190	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 6	141	98	188	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 7	142	99	185	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 8	143	99	183	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 9	144	100	181	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 10	145	100	179	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 11	145	100	177	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 12	146	100	175	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 13	147	100	173	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 14	148	100	171	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 15	149	100	169	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 16	150	100	167	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 17	151	100	165	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 18	152	100	163	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 19	153	100	160	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 20	154	100	158	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-18 - Alternativas para o atendimento da demanda urbana de Limoeiro – Crescimento populacional médio – Cenário 2.

	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	91	96	198	0,2	18	0,3	0,3	0,4	0,4
Ano 1	92	96	198	0,2	18	0,3	0,3	0,4	0,4
Ano 2	92	96	196	0,2	18	0,3	0,3	0,4	0,4
Ano 3	93	97	194	0,2	18	0,3	0,3	0,4	0,4
Ano 4	93	97	192	0,2	18	0,3	0,3	0,4	0,4
Ano 5	94	98	190	0,2	18	0,3	0,3	0,4	0,4
Ano 6	95	98	188	0,2	18	0,3	0,3	0,4	0,4
Ano 7	95	99	185	0,2	18	0,3	0,3	0,4	0,4
Ano 8	96	99	183	0,2	18	0,3	0,3	0,4	0,4
Ano 9	96	100	181	0,2	18	0,3	0,3	0,4	0,4
Ano 10	97	100	179	0,2	18	0,3	0,3	0,4	0,4
Ano 11	97	100	177	0,2	18	0,3	0,3	0,4	0,4
Ano 12	98	100	175	0,2	18	0,3	0,3	0,4	0,4
Ano 13	98	100	173	0,2	18	0,3	0,3	0,4	0,4
Ano 14	99	100	171	0,2	18	0,3	0,3	0,4	0,4
Ano 15	100	100	169	0,2	18	0,3	0,3	0,4	0,4
Ano 16	100	100	167	0,2	18	0,3	0,3	0,3	0,4
Ano 17	101	100	165	0,2	18	0,3	0,3	0,3	0,4
Ano 18	102	100	163	0,2	18	0,3	0,3	0,3	0,4
Ano 19	102	100	160	0,2	18	0,3	0,3	0,3	0,4
Ano 20	103	100	158	0,2	18	0,3	0,3	0,3	0,4

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-19 - Alternativas para o atendimento da demanda urbana de Monte Pio – Crescimento populacional médio – Cenário 2.

	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	118	96	198	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 1	119	96	198	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 2	119	96	196	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 3	120	97	194	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 4	121	97	192	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 5	121	98	190	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 6	122	98	188	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 7	123	99	185	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 8	123	99	183	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,5
Ano 9	124	100	181	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 10	125	100	179	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 11	125	100	177	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,5
Ano 12	126	100	175	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,5
Ano 13	127	100	173	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,5
Ano 14	128	100	171	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,5
Ano 15	129	100	169	0,3	18	0,4	0,4	0,5	0,5
Ano 16	129	100	167	0,2	18	0,4	0,4	0,4	0,5
Ano 17	130	100	165	0,2	18	0,4	0,4	0,4	0,5
Ano 18	131	100	163	0,2	18	0,4	0,3	0,4	0,5
Ano 19	132	100	160	0,2	18	0,4	0,3	0,4	0,5
Ano 20	133	100	158	0,2	18	0,4	0,3	0,4	0,5

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-20 - Alternativas para o atendimento da demanda urbana de Patrimônio do Ouro – Crescimento populacional médio – Cenário 2.

	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	40	96	198	0,1	16	0,1	0,1	0,2	0,2
Ano 1	41	96	198	0,1	16	0,1	0,1	0,2	0,2
Ano 2	41	96	196	0,1	16	0,1	0,1	0,2	0,2
Ano 3	41	97	194	0,1	16	0,1	0,1	0,2	0,2
Ano 4	41	97	192	0,1	16	0,1	0,1	0,2	0,2
Ano 5	42	98	190	0,1	16	0,1	0,1	0,2	0,2
Ano 6	42	98	188	0,1	16	0,1	0,1	0,2	0,2
Ano 7	42	99	185	0,1	16	0,1	0,1	0,2	0,2
Ano 8	42	99	183	0,1	16	0,1	0,1	0,2	0,2
Ano 9	42	100	181	0,1	16	0,1	0,1	0,2	0,2
Ano 10	43	100	179	0,1	16	0,1	0,1	0,2	0,2
Ano 11	43	100	177	0,1	16	0,1	0,1	0,2	0,2
Ano 12	43	100	175	0,1	16	0,1	0,1	0,2	0,2
Ano 13	43	100	173	0,1	16	0,1	0,1	0,2	0,2
Ano 14	44	100	171	0,1	16	0,1	0,1	0,2	0,2
Ano 15	44	100	169	0,1	16	0,1	0,1	0,2	0,2
Ano 16	44	100	167	0,1	16	0,1	0,1	0,2	0,2
Ano 17	45	100	165	0,1	16	0,1	0,1	0,2	0,2
Ano 18	45	100	163	0,1	16	0,1	0,1	0,2	0,2
Ano 19	45	100	160	0,1	16	0,1	0,1	0,2	0,2
Ano 20	46	100	158	0,1	16	0,1	0,1	0,2	0,2

Fonte: Autoria própria.

Durante a fase de elaboração do Diagnóstico não foram obtidos dados suficientes sobre os sistemas de abastecimento de água existentes nas áreas urbanas dos distritos. A informação principal é que os sistemas, em sua maioria, foram instalados e funcionam conforme procedimentos do Programa Pró rural. Ressalta-se que nestes sistemas toda operação e manutenção são de responsabilidade da comunidade local e que a concessionária dá o apoio necessário para que estas atividades sejam conduzidas com êxito. Neste sentido, não é possível a realização de uma análise sobre a autonomia dos sistemas. Nestes casos, é fundamental que o município busque, o mais rápido possível, informações mais precisas sobre os sistemas e uma maneira eficiente de controle de qualidade da água destes sistemas.

Observa-se nas Tabelas acima que a população destas localidades é relativamente pequena o que facilita o controle dos sistemas por apresentarem dimensões reduzidas.

8.2.3.3 Todos os distritos – Demanda Rural

Nos sistemas rurais que são constituídos geralmente por soluções alternativas de tratamento e distribuição de água como é o caso das áreas rurais da Sede e dos distritos de Estrela do Norte, Limoeiro, Monte Pio e Patrimônio do Ouro, 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 Castelo.

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, respectivamente, considerando um consumo per capita de inicial de 198 L/hab/dia, no início de plano até 158 L/hab/dia até o final de plano e índice de perdas de 25% (para sistemas novos). Os resultados das alternativas para demanda das áreas Rurais da Sede, de Estrela do Norte, Limoeiro, Monte Pio e Patrimônio do Ouro são mostradas nas Tabelas 8-21 a 8-25. Como já citado, estas simulações são para o Cenário 2 de alternativas.

Tabela 8-21 - Alternativas para o atendimento da demanda rural da Sede – Crescimento populacional médio – Cenário 2.

	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	7.632	6	198	1,0	25	1,6	1,6	1,9	2,4
Ano 1	7.673	6	198	1,1	25	1,6	1,6	1,9	2,4
Ano 2	7.715	11	196	1,9	25	3,0	2,9	3,5	4,3
Ano 3	7.757	16	194	2,8	25	4,3	4,2	5,0	6,3
Ano 4	7.799	21	192	3,6	25	5,7	5,5	6,6	8,2
Ano 5	7.842	26	190	4,5	25	7,0	6,7	8,1	10,1
Ano 6	7.885	31	188	5,3	25	8,3	8,0	9,6	12,0
Ano 7	7.928	36	185	6,1	25	9,5	9,2	11,0	13,8
Ano 8	7.971	41	183	6,9	25	10,8	10,4	12,5	15,6
Ano 9	8.017	46	181	7,7	25	12,1	11,6	13,9	17,4
Ano 10	8.063	50	179	8,4	25	13,0	12,5	15,0	18,8
Ano 11	8.109	55	177	9,1	25	14,3	13,7	16,4	20,6
Ano 12	8.156	60	175	9,9	25	15,5	14,9	17,8	22,3
Ano 13	8.203	65	173	10,7	25	16,7	16,0	19,2	24,0
Ano 14	8.259	70	171	11,4	25	17,8	17,2	20,6	25,7
Ano 15	8.316	75	169	12,2	25	19,0	18,3	22,0	27,4
Ano 16	8.373	80	167	12,9	25	20,2	19,4	23,3	29,1
Ano 17	8.430	85	165	13,7	25	21,3	20,5	24,6	30,8
Ano 18	8.488	90	163	14,4	25	22,5	21,6	25,9	32,4
Ano 19	8.544	95	160	15,0	25	23,4	22,5	27,1	33,8
Ano 20	8.600	100	158	15,7	25	24,5	23,6	28,3	35,4

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-22 - Alternativas para o atendimento da demanda rural de Estrela do Norte – Crescimento populacional médio – Cenário 2.

	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	1.928	6	198	0,3	25	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 1	1.938	6	198	0,3	25	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 2	1.949	11	196	0,5	25	0,8	0,7	0,9	1,1
Ano 3	1.959	16	194	0,7	25	1,1	1,1	1,3	1,6
Ano 4	1.970	21	192	0,9	25	1,4	1,4	1,7	2,1
Ano 5	1.980	26	190	1,1	25	1,8	1,7	2,0	2,5
Ano 6	1.992	31	188	1,3	25	2,1	2,0	2,4	3,0
Ano 7	2.003	36	185	1,5	25	2,4	2,3	2,8	3,5
Ano 8	2.013	41	183	1,7	25	2,7	2,6	3,1	3,9
Ano 9	2.025	46	181	2,0	25	3,0	2,9	3,5	4,4
Ano 10	2.036	50	179	2,1	25	3,3	3,2	3,8	4,7
Ano 11	2.049	55	177	2,3	25	3,6	3,5	4,2	5,2
Ano 12	2.060	60	175	2,5	25	3,9	3,8	4,5	5,6
Ano 13	2.072	65	173	2,7	25	4,2	4,0	4,9	6,1
Ano 14	2.086	70	171	2,9	25	4,5	4,3	5,2	6,5
Ano 15	2.101	75	169	3,1	25	4,8	4,6	5,5	6,9
Ano 16	2.115	80	167	3,3	25	5,1	4,9	5,9	7,4
Ano 17	2.129	85	165	3,5	25	5,4	5,2	6,2	7,8
Ano 18	2.144	90	163	3,6	25	5,7	5,5	6,6	8,2
Ano 19	2.158	95	160	3,8	25	5,9	5,7	6,8	8,5
Ano 20	2.172	100	158	4,0	25	6,2	6,0	7,1	8,9

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-23 - Alternativas para o atendimento da demanda rural de Limoeiro – Crescimento populacional médio – Cenário 2.

	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	2.774	6	198	0,4	25	0,6	0,6	0,7	0,9
Ano 1	2.789	6	198	0,4	25	0,6	0,6	0,7	0,9
Ano 2	2.804	11	196	0,7	25	1,1	1,0	1,3	1,6
Ano 3	2.819	16	194	1,0	25	1,6	1,5	1,8	2,3
Ano 4	2.835	21	192	1,3	25	2,1	2,0	2,4	3,0
Ano 5	2.850	26	190	1,6	25	2,5	2,4	2,9	3,7
Ano 6	2.865	31	188	1,9	25	3,0	2,9	3,5	4,3
Ano 7	2.881	36	185	2,2	25	3,5	3,3	4,0	5,0
Ano 8	2.896	41	183	2,5	25	3,9	3,8	4,5	5,7
Ano 9	2.914	46	181	2,8	25	4,4	4,2	5,1	6,3
Ano 10	2.930	50	179	3,0	25	4,7	4,6	5,5	6,8
Ano 11	2.947	55	177	3,3	25	5,2	5,0	6,0	7,5
Ano 12	2.964	60	175	3,6	25	5,6	5,4	6,5	8,1
Ano 13	2.981	65	173	3,9	25	6,1	5,8	7,0	8,7
Ano 14	3.002	70	171	4,2	25	6,5	6,2	7,5	9,4
Ano 15	3.022	75	169	4,4	25	6,9	6,6	8,0	10,0
Ano 16	3.043	80	167	4,7	25	7,3	7,1	8,5	10,6
Ano 17	3.064	85	165	5,0	25	7,8	7,5	9,0	11,2
Ano 18	3.084	90	163	5,2	25	8,2	7,9	9,4	11,8
Ano 19	3.105	95	160	5,5	25	8,5	8,2	9,8	12,3
Ano 20	3.125	100	158	5,7	25	8,9	8,6	10,3	12,9

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-24 - Alternativas para o atendimento da demanda rural de Monte Pio – Crescimento populacional médio – Cenário 2.

	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	1.473	782	6	198	0,1	25	0,2	0,2	0,2
Ano 1	1.480	786	6	198	0,1	25	0,2	0,2	0,2
Ano 2	1.487	791	11	196	0,2	25	0,3	0,3	0,4
Ano 3	1.493	795	16	194	0,3	25	0,4	0,4	0,5
Ano 4	1.500	799	21	192	0,4	25	0,6	0,6	0,7
Ano 5	1.506	804	26	190	0,5	25	0,7	0,7	0,8
Ano 6	1.512	808	31	188	0,5	25	0,9	0,8	1,0
Ano 7	1.519	812	36	185	0,6	25	1,0	0,9	1,1
Ano 8	1.525	817	41	183	0,7	25	1,1	1,1	1,3
Ano 9	1.531	822	46	181	0,8	25	1,2	1,2	1,4
Ano 10	1.537	826	50	179	0,9	25	1,3	1,3	1,5
Ano 11	1.543	832	55	177	0,9	25	1,5	1,4	1,7
Ano 12	1.549	836	60	175	1,0	25	1,6	1,5	1,8
Ano 13	1.555	841	65	173	1,1	25	1,7	1,6	2,0
Ano 14	1.561	846	70	171	1,2	25	1,8	1,8	2,1
Ano 15	1.566	852	75	169	1,2	25	1,9	1,9	2,2
Ano 16	1.572	859	80	167	1,3	25	2,1	2,0	2,4
Ano 17	1.578	864	85	165	1,4	25	2,2	2,1	2,5
Ano 18	1.583	870	90	163	1,5	25	2,3	2,2	2,7
Ano 19	1.589	876	95	160	1,5	25	2,4	2,3	2,8
Ano 20	1.593	881	100	158	1,6	25	2,5	2,4	2,9

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8-25 - Alternativas para o atendimento da demanda rural de Patrimônio do Ouro – Crescimento populacional médio – Cenário 2.

	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	1.473	1.530	6	198	0,2	25	0,3	0,3	0,4
Ano 1	1.480	1.537	6	198	0,2	25	0,3	0,3	0,4
Ano 2	1.487	1.546	11	196	0,4	25	0,6	0,6	0,7
Ano 3	1.493	1.554	16	194	0,6	25	0,9	0,8	1,0
Ano 4	1.500	1.563	21	192	0,7	25	1,1	1,1	1,3
Ano 5	1.506	1.571	26	190	0,9	25	1,4	1,3	1,6
Ano 6	1.512	1.580	31	188	1,1	25	1,7	1,6	1,9
Ano 7	1.519	1.589	36	185	1,2	25	1,9	1,8	2,2
Ano 8	1.525	1.597	41	183	1,4	25	2,2	2,1	2,5
Ano 9	1.531	1.607	46	181	1,5	25	2,4	2,3	2,8
Ano 10	1.537	1.615	50	179	1,7	25	2,6	2,5	3,0
Ano 11	1.543	1.625	55	177	1,8	25	2,9	2,7	3,3
Ano 12	1.549	1.635	60	175	2,0	25	3,1	3,0	3,6
Ano 13	1.555	1.644	65	173	2,1	25	3,3	3,2	3,9
Ano 14	1.561	1.655	70	171	2,3	25	3,6	3,4	4,1
Ano 15	1.566	1.666	75	169	2,4	25	3,8	3,7	4,4
Ano 16	1.572	1.678	80	167	2,6	25	4,0	3,9	4,7
Ano 17	1.578	1.689	85	165	2,7	25	4,3	4,1	4,9
Ano 18	1.583	1.701	90	163	2,9	25	4,5	4,3	5,2
Ano 19	1.589	1.712	95	160	3,0	25	4,7	4,5	5,4
Ano 20	1.593	1.723	100	158	3,2	25	4,9	4,7	5,7

Fonte: Autoria própria.

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

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 urgentes 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.

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 Castelo

Distrito	Manancial de captação	Vazão Q₉₀ (L/s)	25% Q₉₀ (L/s)	Vazão necessária para captação (L/s)
Sede	Rio Caxixe	1200	300	80,3
Estrela do Norte	Córrego Grande*	505	126,25	0,5
Monte Pio	Rio da Prata*	1120	280	0,4
Patrimônio do Ouro	Rio da Prata*	444	111	0,2
Limoeiro	Ribeirão Monte Alverne*	634	158,5	0,3

* 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 Castelo. 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 Castelo.

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 de Castelo 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/CON1988.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 (SEE)

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 Castelo. Para isso, foram levantadas a situação e a descrição do estado atual do sistema de esgotamento sanitário 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 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 Castelo. 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 Castelo, a responsabilidade sobre os serviços urbanos de esgotamento sanitário é da Companhia Espírito Santense de Saneamento, a CESAN, regido por meio de contrato firmado com o município. Ela é responsável pelo conjunto de serviços, manutenção de infraestrutura e instalações operacionais relacionados ao esgotamento sanitário apenas na área urbana da sede do município. Os Sistemas Fossas Filtro na sede denominados Garagem, Volta Redonda e Exposição, e do distrito de Estrela do Norte estão sob responsabilidade da Prefeitura Municipal de Castelo.

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.

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 de Castelo, foi levantado na fase de diagnóstico que existem coleta e tratamento que atendem o Distrito da Sede e Estrela do Norte.

No município de Castelo, foi levantado na fase de diagnóstico que o sistema de coleta e tratamento de esgoto operado pela CESAN em Castelo possui uma

unidade de tratamento. Além dessa Estação de Tratamento operada pela CESAN, existem ainda no município quatro sistemas que estão sob a responsabilidade da Prefeitura Municipal de Castelo.

Em vista disso, como resultado do diagnóstico realizado sobre o SES do município, foram identificadas demandas existentes na área de esgotamento sanitário. Os quadros a seguir apresentam 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. Necessita de redes coletoras para atendimento de aproximadamente 30% da população urbana (cerca de 3.000 habitantes)
	2. Necessidade de transporte dos esgotos sanitários das áreas com redes coletoras ainda não interligadas à(s) ETE(s).
	3. Déficit de manutenção e conservação periódicas das instalações.
	4. Lançamento de esgotos industriais na rede coletora de esgotos sanitários.
	5. Déficit de monitoramento da eficiência e capacidade de tratamento.
	6. Lançamento de esgotos sanitários in natura de residências urbanas e rurais nos corpos hídricos locais ou à céu aberto e/ou em redes de drenagem pluvial
	7. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente o <i>Rio Castelo</i> .
	8. Necessidade de dados locais referentes à esgotamento sanitário

Fonte: Autoria própria.

Quadro 9-2 – Demandas existentes – Distrito Estrela do Norte.

Perímetro urbano/ Comunidade	Demanda
Estrela do Norte	1. Sistema Pró Rural com redes coletoras implantadas não atende a todos os domicílios.
	2. Necessidade de transporte dos esgotos sanitários das áreas com redes coletoras ainda não interligadas à(s) ETE(s).
	3. Déficit de manutenção e conservação periódicas das instalações.
	4. Déficit de monitoramento da eficiência e capacidade de tratamento.
	5. Lançamento de esgotos sanitários in natura de residências urbanas e rurais nos corpos hídricos locais (Córrego Santa Clara) ou em fossa rudimentar e/ou em redes de drenagem pluvial
	6. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente o <i>Córrego Santa Clara</i> .
	7. Necessidade de dados locais referentes à esgotamento sanitário

Fonte: Autoria própria.

Quadro 9-3 – Demandas existentes – Distrito Limoeiro.

Perímetro urbano/ Comunidade	Demanda
Limoeiro	1. Não há nenhuma estrutura de SES implantado.
	2. Lançamento de esgotos sanitários in natura de residências urbanas e rurais nos corpos hídricos locais (Córrego Santa Clara) ou em fossas rudimentares e/ou em redes de drenagem pluvial
	3. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente o <i>Ribeirão Monte Alverne</i> .
	4. Necessidade de dados locais referentes à esgotamento sanitário

Fonte: Autoria própria.

Quadro 9-4 – Demandas existentes – Distrito Monte Pio.

Perímetro urbano/ Comunidade	Demanda
Monte Pio	1. Não há nenhuma estrutura de SES implantado.
	2. Lançamento de esgotos sanitários in natura de residências urbanas e rurais nos corpos hídricos locais (Rio da Prata) ou em fossas rudimentares e /ou em redes de drenagem pluvial
	3. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente o <i>Rio da Prata</i> .
	4. Necessidade de dados locais referentes à esgotamento sanitário

Fonte: Autoria própria.

Quadro 9-5 – Demandas existentes – Distrito Patrimônio do Ouro.

Perímetro urbano/ Comunidade	Demanda
Patrimônio do Ouro	1. Não há nenhuma estrutura de SES implantado.
	2. Lançamento de esgotos sanitários in natura de residências urbanas e rurais nos corpos hídricos locais (Rio da Prata) ou em fossas rudimentares e/ou em redes de drenagem pluvial
	3. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente o <i>Rio da Prata</i> .
	4. 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, 44,16% dos domicílios (aproximadamente 1.660 domicílios) utilizam fossas rudimentares, 6,62% valas, 14,61% rio, lago ou mar, 0,61% outro tipo e 0,19% não tinham nenhum tipo de disposição de esgotamento sanitário. Neste caso, o ideal é a troca deste tipo 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 876 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. Este programa para adesão à rede 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. Necessita de redes coletoras para atendimento de aproximadamente 30% da população urbana (cerca de 3.000 habitantes)	Implementação de novas redes coletoras com recuperação e/ou substituição de trechos inoperantes.
	2. Necessidade de transporte dos esgotos sanitários das áreas com redes coletoras ainda não interligadas à(s) ETE(s).	Implementação de coletores-tronco, interceptores e/ou emissário a fim de encaminhar o esgoto coletado para a(s) ETE(s).
	3. Déficit de manutenção e conservação periódicas das instalações.	Estabelecimento de cronograma de ações de manutenção e conservação nas redes coletoras, EEEBs e ETEs.
	4. Lançamento de esgotos industriais na rede coletora de esgotos sanitários.	Efluentes industriais tratados separadamente. Lançamento na rede coletora somente se as características forem semelhantes aos dos esgotos sanitários e se a rede tiver capacidade de transporte, mediante autorização do SAAE.
	5. Déficit de monitoramento da eficiência e capacidade de tratamento.	Estudo de concepção para centralização do SES. Verificação da ampliação da capacidade de tratamento da(s) ETE(s) ou substituição dos modelos Fossa Filtro por outros de maior nível de eficiência para atendimento dos padrões de lançamento e dos corpos receptores, considerando uma operação adequada do SES.

Perímetro urbano/ Comunidade	Demanda	Solução
	6. Lançamento de esgotos sanitários in natura de residências urbanas e rurais nos corpos hídricos locais ou à céu aberto e/ou em redes de drenagem puvial	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 corpos hídricos e em redes de drenagem pluvial. Uso de soluções alternativas individuais de tratamento, desde que autorizadas por órgão municipal competente, instaladas e mantidas de maneira adequada, sobretudo em áreas rurais.
	7. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente o <i>Rio Castelo</i> .	Acompanhamento das condições dos corpos receptores antes e após o lançamento de efluentes tratados, bem como em outros pontos dos 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 Estrela do Norte.

Perímetro urbano/ Comunidade	Demanda	Solução
Estrela do Norte	1. Sistema Pró Rural com redes coletoras implantadas não atende a todos os domicílios.	Implementação de 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 ainda não interligadas à(s) ETE(s).	Implementação de coletores-tronco, interceptores e/ou emissário a fim de encaminhar o esgoto coletado para tratamento.
	3. Déficit de manutenção e conservação periódicas das instalações.	Estabelecimento de cronograma de ações de manutenção e conservação nas redes coletoras, EEEB (quando existirem) e ETE.
	4. Déficit de monitoramento da eficiência e capacidade de tratamento.	Estudo de concepção para reativação com solução para o problema de cota ou reconstrução da ETE em outro local com a possibilidade de ampliação da capacidade e/ou substituição do modelo de tratamento por um de maior nível de eficiência 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 urbanas e rurais nos corpos hídricos locais (Córrego Santa Clara) ou em fossa rudimentar 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 corpos hídricos e em redes de drenagem pluvial. Uso de soluções alternativas individuais de tratamento, desde que autorizadas por órgão municipal

		competente, instaladas e mantidas de maneira adequada, sobretudo em áreas rurais.
	6. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente o <i>Córrego Santa Clara</i> .	Acompanhamento das condições dos corpos receptores antes e após o lançamento de efluentes tratados, bem como em outros pontos dos 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 9-8 – Alternativas para atendimento das demandas – Distrito Limoeiro.

Perímetro urbano/ Comunidade	Demanda	Solução
Limoeiro	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 urbanas e rurais nos corpos hídricos locais (Córrego Santa Clara) ou em fossas rudimentares 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 corpos hídricos e em redes de drenagem pluvial. Uso de soluções alternativas individuais de tratamento, desde que autorizadas por órgão municipal competente, instaladas e mantidas de maneira adequada, sobretudo em áreas rurais.
	3. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente o <i>Ribeirão Monte Alverne</i> .	Acompanhamento das condições dos corpos receptores antes e após o lançamento de efluentes tratados, bem como em outros pontos dos 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 9-9 – Alternativas para atendimento das demandas – Distrito Monte Pio.

Perímetro urbano/ Comunidade	Demanda	Solução
Monte Pio	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 urbanas e rurais nos corpos hídricos locais (Rio da	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 corpos hídricos e em redes de drenagem pluvial. Uso

	Prata) ou em fossas rudimentares e/ou em redes de drenagem pluvial	de soluções alternativas individuais de tratamento, desde que autorizadas por órgão municipal competente, instaladas e mantidas de maneira adequada, sobretudo em áreas rurais.
	3. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente o <i>Rio da Prata</i> .	Acompanhamento das condições dos corpos receptores antes e após o lançamento de efluentes tratados, bem como em outros pontos dos 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 Patrimônio do Ouro.

Perímetro urbano/ Comunidade	Demanda	Solução
Patrimônio do Ouro	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 urbanas e rurais nos corpos hídricos locais (Rio da Prata) ou em fossas rudimentares 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 corpos hídricos e em redes de drenagem pluvial. Uso de soluções alternativas individuais de tratamento, desde que autorizadas por órgão municipal competente, instaladas e mantidas de maneira adequada, sobretudo em áreas rurais.
	3. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente o <i>Rio da Prata</i> .	Acompanhamento das condições dos corpos receptores antes e após o lançamento de efluentes tratados, bem como em outros pontos dos 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.

9.1.2.3 Objetivos e Metas

Nos Quadros 9-11 a 9-15 encontra-se um resumo dos objetivos e sua projeção temporal dentro do horizonte de planejamento de 20 anos (curto, médio e longo prazos), para cada distrito. 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. Necessita de redes coletoras para atendimento de aproximadamente 30% da população urbana (cerca de 3.000 habitantes)	Implementação de novas redes coletoras com recuperação e/ou substituição de trechos inoperantes.	Médio	Média
2. Necessidade de transporte dos esgotos sanitários das áreas com redes coletoras ainda não interligadas à(s) ETE(s).	Implementação de coletores-tronco, interceptores e/ou emissário a fim de encaminhar o esgoto coletado para a(s) ETE(s).	Médio	Alta
3. Déficit de manutenção e conservação periódicas das instalações.	Estabelecimento de cronograma de ações de manutenção e conservação nas redes coletoras, EEEBs e ETES.	Curto	Média
4. Lançamento de esgotos industriais na rede coletora de esgotos sanitários.	Efluentes industriais tratados separadamente. Lançamento na rede coletora somente se as características forem semelhantes aos dos esgotos sanitários e se a rede tiver capacidade de transporte, mediante autorização do SAAE.	Curto	Alta
5. Déficit de monitoramento da eficiência e capacidade de tratamento.	Estudo de concepção para centralização do SES. Verificação da ampliação da capacidade de tratamento da(s) ETE(s) ou substituição dos modelos Fossa Filtro por outros de maior nível de eficiência para atendimento dos padrões de lançamento e dos corpos receptores, considerando uma operação adequada do SES.	Curto	Média
6. Lançamento de esgotos sanitários in natura de residências urbanas (90% não apresenta tipo de disposição adequada) e rurais (45% não apresenta tipo de disposição adequada) nos corpos hídricos locais 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 corpos hídricos e em redes de drenagem pluvial. Uso de soluções alternativas individuais de tratamento, desde que autorizadas por órgão municipal competente, instaladas e mantidas de maneira adequada, sobretudo em áreas rurais.	Curto	Alto
7. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente o <i>Rio Castelo</i> .	Acompanhamento das condições dos corpos receptores antes e após o lançamento de efluentes tratados, bem como em outros pontos dos seus cursos a fim de promover a conservação e recuperação dos mananciais municipais	Curto	Alta

8. 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 Estrela do Norte.

Demanda	Solução	Metas (Prazo)	Prioridade
1. Sistema Pró Rural com redes coletoras implantadas não atende a todos os domicílios.	Implementação de redes coletoras para universalização do serviço de coleta de esgotamento sanitário, principalmente nas residências próximas aos cursos d'água.	Médio	Alta
2. Necessidade de transporte dos esgotos sanitários das áreas com redes coletoras ainda não interligadas à(s) ETE(s).	Implementação de coletores-tronco, interceptores e/ou emissário a fim de encaminhar o esgoto coletado para tratamento.	Médio	Alta
3. Déficit de manutenção e conservação periódicas das instalações.	Estabelecimento de cronograma de ações de manutenção e conservação nas redes coletoras, EEEB (quando existirem) e ETE.	Curto	Média
4. Déficit de monitoramento da eficiência e capacidade de tratamento.	Estudo de concepção para reativação com solução para o problema de cota ou reconstrução da ETE em outro local com a possibilidade de ampliação da capacidade e/ou substituição do modelo de tratamento por um de maior nível de eficiência para atendimento dos padrões de lançamento e dos corpos receptores, considerando uma operação adequada do SES.	Curto	Média
5. Lançamento de esgotos sanitários in natura de residências urbanas (100% não apresenta tipo de disposição adequada) e rurais (69% não apresenta tipo de disposição adequada) nos corpos hídricos locais (Córrego Santa Clara) ou em fossa rudimentar 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 corpos hídricos e em redes de drenagem pluvial. Uso de soluções alternativas individuais de tratamento, desde que autorizadas por órgão municipal competente, instaladas e mantidas de maneira adequada, sobretudo em áreas rurais.	Curto	Alto
6. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente o <i>Córrego Santa Clara</i> .	Acompanhamento das condições dos corpos receptores antes e após o lançamento de efluentes tratados, bem como em outros pontos dos 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 9-13 – Objetivos e Metas – Distrito Limoeiro.

Demanda	Solução	Metas (Prazo)	Prioridade
1. Não há nenhuma estrutura de SES implantado.	Implementação de SES completo: redes de coleta e transporte, ETEB (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 urbanas (96% não apresenta tipo de disposição adequada) e rurais (90% não apresenta tipo de disposição adequada) nos corpos hídricos locais (Córrego Santa Clara) ou em fossas rudimentares 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 corpos hídricos e em redes de drenagem pluvial. Uso de soluções alternativas individuais de tratamento, desde que autorizadas por órgão municipal competente, instaladas e mantidas de maneira adequada, sobretudo em áreas rurais.	Curto	Alto
3. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente o <i>Ribeirão Monte Alverne</i> .	Acompanhamento das condições dos corpos receptores antes e após o lançamento de efluentes tratados, bem como em outros pontos dos 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 9-14 – Objetivos e Metas – Distrito Monte Pio.

Demanda	Solução	Metas (Prazo)	Prioridade
1. Não há nenhuma estrutura de SES implantado.	Implementação de SES completo: redes de coleta e transporte, ETEB (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 urbanas (99% não apresenta tipo de disposição adequada) e rurais (92% não apresenta tipo de disposição adequada) nos corpos hídricos locais (Rio da Prata) ou em fossas	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 corpos hídricos e em redes de drenagem pluvial. Uso de soluções alternativas individuais de tratamento, desde que autorizadas por órgão municipal competente, instaladas e mantidas de maneira adequada, sobretudo em áreas rurais.	Curto	Alto

Demanda	Solução	Metas (Prazo)	Prioridade
rudimentares e /ou em redes de drenagem pluvial			
3. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente o <i>Rio da Prata</i> .	Acompanhamento das condições dos corpos receptores antes e após o lançamento de efluentes tratados, bem como em outros pontos dos 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 Patrimônio do Ouro.

Demanda	Solução	Metas (Prazo)	Prioridade
1. Não há nenhuma estrutura de SES implantado.	Implementação de SES completo: redes de coleta e transporte, ETEB (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 urbanas (100% não apresenta tipo de disposição adequada) e rurais (98% não apresenta tipo de disposição adequada) nos corpos hídricos locais (Rio da Prata) ou em fossas rudimentares 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 corpos hídricos e em redes de drenagem pluvial. Uso de soluções alternativas individuais de tratamento, desde que autorizadas por órgão municipal competente, instaladas e mantidas de maneira adequada, sobretudo em áreas rurais.	Curto	Alto
3. Necessidade de monitoramento das condições dos corpos receptores, principalmente o <i>Rio da Prata</i> .	Acompanhamento das condições dos corpos receptores antes e após o lançamento de efluentes tratados, bem como em outros pontos dos 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.

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 (%)	$\frac{Q_t}{Q_{ete}} \times 100$	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	

Cod.	Indicador (Unid.)	Equação	Informações	Pontuação	Objetivo	Relevância			
						PS	AR	AP	US
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, isto é, os distritos 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 (K_1) = 1,20;

Coeficiente de variação máxima horária (K_2) = 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	Coeficiente de retorno água/esgoto
K1	Coeficiente do dia de maior consumo
K2	Coeficiente 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 Castelo.

Ano		População Município			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	36,103	21,791	14,312	198	58719	66.2	40.0	26.2	79.4	47.9	31.5	119.1	71.9	47.2
1	2018	36,299	21,910	14,389	198	59092	66.5	40.2	26.4	79.9	48.2	31.7	119.8	72.3	47.5
2	2019	36,497	22,029	14,468	196	59464	66.2	40.0	26.3	79.5	48.0	31.5	119.2	72.0	47.3
3	2020	36,695	22,149	14,546	194	59837	65.9	39.8	26.1	79.1	47.7	31.4	118.6	71.6	47.0
4	2021	36,895	22,269	14,626	192	60209	65.6	39.6	26.0	78.7	47.5	31.2	118.1	71.3	46.8
5	2022	37,097	22,391	14,706	190	60582	65.3	39.4	25.9	78.3	47.3	31.0	117.5	70.9	46.6
6	2023	37,299	22,513	14,786	188	60954	64.9	39.2	25.7	77.9	47.0	30.9	116.9	70.5	46.3
7	2024	37,503	22,636	14,867	185	61327	64.2	38.8	25.5	77.1	46.5	30.6	115.6	69.8	45.8
8	2025	37,708	22,760	14,948	183	61699	63.9	38.6	25.3	76.7	46.3	30.4	115.0	69.4	45.6
9	2026	37,925	22,891	15,034	181	62072	63.6	38.4	25.2	76.3	46.0	30.2	114.4	69.1	45.4
10	2027	38,143	23,023	15,120	179	62444	63.2	38.2	25.1	75.9	45.8	30.1	113.8	68.7	45.1
11	2028	38,363	23,155	15,208	177	62817	62.9	37.9	24.9	75.4	45.5	29.9	113.2	68.3	44.9
12	2029	38,584	23,289	15,295	175	63189	62.5	37.7	24.8	75.0	45.3	29.7	112.5	67.9	44.6
13	2030	38,806	23,423	15,383	173	63562	62.2	37.5	24.6	74.6	45.0	29.6	111.9	67.5	44.4
14	2031	39,072	23,583	15,489	171	63934	61.9	37.3	24.5	74.2	44.8	29.4	111.4	67.2	44.1
15	2032	39,339	23,745	15,594	169	64307	61.6	37.2	24.4	73.9	44.6	29.3	110.8	66.9	43.9
16	2033	39,608	23,907	15,701	167	64680	61.2	37.0	24.3	73.5	44.4	29.1	110.2	66.5	43.7
17	2034	39,879	24,071	15,808	165	65052	60.9	36.8	24.2	73.1	44.1	29.0	109.7	66.2	43.5
18	2035	40,152	24,235	15,917	163	65425	60.6	36.6	24.0	72.7	43.9	28.8	109.1	65.8	43.2
19	2036	40,418	24,396	16,022	160	65797	59.9	36.1	23.7	71.9	43.4	28.5	107.8	65.1	42.7
20	2037	40,683	24,556	16,127	158	66170	59.5	35.9	23.6	71.4	43.1	28.3	107.1	64.7	42.5

Fonte: Autoria própria.

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

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	28,704	21,072	7,632	198	57064	52.6	38.6	14.0	63.1	46.4	16.8	94.7	69.5	25.2
1	2018	28,859	21,186	7,673	198	57426	52.9	38.8	14.1	63.5	46.6	16.9	95.2	69.9	25.3
2	2019	29,017	21,302	7,715	196	57788	52.7	38.7	14.0	63.2	46.4	16.8	94.8	69.6	25.2
3	2020	29,174	21,417	7,757	194	58150	52.4	38.5	13.9	62.9	46.2	16.7	94.3	69.2	25.1
4	2021	29,333	21,534	7,799	192	58512	52.1	38.3	13.9	62.6	45.9	16.6	93.9	68.9	25.0
5	2022	29,494	21,652	7,842	190	58874	51.9	38.1	13.8	62.3	45.7	16.6	93.4	68.6	24.8
6	2023	29,654	21,769	7,885	188	59236	51.6	37.9	13.7	61.9	45.5	16.5	92.9	68.2	24.7
7	2024	29,817	21,889	7,928	185	59598	51.1	37.5	13.6	61.3	45.0	16.3	91.9	67.5	24.4
8	2025	29,980	22,009	7,971	183	59959	50.8	37.3	13.5	61.0	44.8	16.2	91.4	67.1	24.3
9	2026	30,152	22,135	8,017	181	60321	50.5	37.1	13.4	60.6	44.5	16.1	91.0	66.8	24.2
10	2027	30,325	22,262	8,063	179	60683	50.3	36.9	13.4	60.3	44.3	16.0	90.5	66.4	24.1
11	2028	30,500	22,391	8,109	177	61045	50.0	36.7	13.3	60.0	44.0	15.9	90.0	66.1	23.9
12	2029	30,676	22,520	8,156	175	61407	49.7	36.5	13.2	59.6	43.8	15.9	89.5	65.7	23.8
13	2030	30,853	22,650	8,203	173	61769	49.4	36.3	13.1	59.3	43.5	15.8	89.0	65.3	23.7
14	2031	31,064	22,805	8,259	171	62131	49.2	36.1	13.1	59.0	43.3	15.7	88.5	65.0	23.5
15	2032	31,276	22,960	8,316	169	62493	48.9	35.9	13.0	58.7	43.1	15.6	88.1	64.7	23.4
16	2033	31,490	23,117	8,373	167	62855	48.7	35.7	12.9	58.4	42.9	15.5	87.6	64.3	23.3
17	2034	31,706	23,276	8,430	165	63217	48.4	35.6	12.9	58.1	42.7	15.5	87.2	64.0	23.2
18	2035	31,923	23,435	8,488	163	63579	48.2	35.4	12.8	57.8	42.4	15.4	86.7	63.7	23.1
19	2036	32,134	23,590	8,544	160	63941	47.6	34.9	12.7	57.1	41.9	15.2	85.7	62.9	22.8
20	2037	32,345	23,745	8,600	158	64303	47.3	34.7	12.6	56.8	41.7	15.1	85.2	62.5	22.6

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9-3 - Vazão de esgotos do distrito Estrela do Norte - Castelo.

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	2,065	137	1,928	198	565	3.8	0.3	3.5	4.5	0.3	4.2	6.8	0.5	6.4
1	2018	2,076	138	1,938	198	569	3.8	0.3	3.6	4.6	0.3	4.3	6.9	0.5	6.4
2	2019	2,087	138	1,949	196	572	3.8	0.3	3.5	4.5	0.3	4.2	6.8	0.5	6.4
3	2020	2,098	139	1,959	194	576	3.8	0.2	3.5	4.5	0.3	4.2	6.8	0.4	6.3
4	2021	2,110	140	1,970	192	579	3.8	0.2	3.5	4.5	0.3	4.2	6.8	0.4	6.3
5	2022	2,121	141	1,980	190	583	3.7	0.2	3.5	4.5	0.3	4.2	6.7	0.4	6.3
6	2023	2,133	141	1,992	188	586	3.7	0.2	3.5	4.5	0.3	4.2	6.7	0.4	6.2
7	2024	2,145	142	2,003	185	590	3.7	0.2	3.4	4.4	0.3	4.1	6.6	0.4	6.2
8	2025	2,156	143	2,013	183	593	3.7	0.2	3.4	4.4	0.3	4.1	6.6	0.4	6.1
9	2026	2,169	144	2,025	181	597	3.6	0.2	3.4	4.4	0.3	4.1	6.5	0.4	6.1
10	2027	2,181	145	2,036	179	600	3.6	0.2	3.4	4.3	0.3	4.0	6.5	0.4	6.1
11	2028	2,194	145	2,049	177	604	3.6	0.2	3.4	4.3	0.3	4.0	6.5	0.4	6.0
12	2029	2,206	146	2,060	175	607	3.6	0.2	3.3	4.3	0.3	4.0	6.4	0.4	6.0
13	2030	2,219	147	2,072	173	611	3.6	0.2	3.3	4.3	0.3	4.0	6.4	0.4	6.0
14	2031	2,234	148	2,086	171	614	3.5	0.2	3.3	4.2	0.3	4.0	6.4	0.4	5.9
15	2032	2,250	149	2,101	169	618	3.5	0.2	3.3	4.2	0.3	3.9	6.3	0.4	5.9
16	2033	2,265	150	2,115	167	621	3.5	0.2	3.3	4.2	0.3	3.9	6.3	0.4	5.9
17	2034	2,280	151	2,129	165	625	3.5	0.2	3.3	4.2	0.3	3.9	6.3	0.4	5.9
18	2035	2,296	152	2,144	163	628	3.5	0.2	3.2	4.2	0.3	3.9	6.2	0.4	5.8
19	2036	2,311	153	2,158	160	632	3.4	0.2	3.2	4.1	0.3	3.8	6.2	0.4	5.8
20	2037	2,326	154	2,172	158	635	3.4	0.2	3.2	4.1	0.3	3.8	6.1	0.4	5.7

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9-4 - Vazão de esgotos do distrito Limoeiro - Castelo.

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	2,865	91	2,774	198	-	5.3	0.2	5.1	6.3	0.2	6.1	9.5	0.3	9.2
1	2018	2,881	92	2,789	198	-	5.3	0.2	5.1	6.3	0.2	6.1	9.5	0.3	9.2
2	2019	2,896	92	2,804	196	-	5.3	0.2	5.1	6.3	0.2	6.1	9.5	0.3	9.2
3	2020	2,912	93	2,819	194	-	5.2	0.2	5.1	6.3	0.2	6.1	9.4	0.3	9.1
4	2021	2,928	93	2,835	192	-	5.2	0.2	5.0	6.2	0.2	6.0	9.4	0.3	9.1
5	2022	2,944	94	2,850	190	-	5.2	0.2	5.0	6.2	0.2	6.0	9.3	0.3	9.0
6	2023	2,960	95	2,865	188	-	5.2	0.2	5.0	6.2	0.2	6.0	9.3	0.3	9.0
7	2024	2,976	95	2,881	185	-	5.1	0.2	4.9	6.1	0.2	5.9	9.2	0.3	8.9
8	2025	2,992	96	2,896	183	-	5.1	0.2	4.9	6.1	0.2	5.9	9.1	0.3	8.8
9	2026	3,010	96	2,914	181	-	5.0	0.2	4.9	6.1	0.2	5.9	9.1	0.3	8.8
10	2027	3,027	97	2,930	179	-	5.0	0.2	4.9	6.0	0.2	5.8	9.0	0.3	8.7
11	2028	3,044	97	2,947	177	-	5.0	0.2	4.8	6.0	0.2	5.8	9.0	0.3	8.7
12	2029	3,062	98	2,964	175	-	5.0	0.2	4.8	6.0	0.2	5.8	8.9	0.3	8.6
13	2030	3,079	98	2,981	173	-	4.9	0.2	4.8	5.9	0.2	5.7	8.9	0.3	8.6
14	2031	3,101	99	3,002	171	-	4.9	0.2	4.8	5.9	0.2	5.7	8.8	0.3	8.6
15	2032	3,122	100	3,022	169	-	4.9	0.2	4.7	5.9	0.2	5.7	8.8	0.3	8.5
16	2033	3,143	100	3,043	167	-	4.9	0.2	4.7	5.8	0.2	5.6	8.7	0.3	8.5
17	2034	3,165	101	3,064	165	-	4.8	0.2	4.7	5.8	0.2	5.6	8.7	0.3	8.4
18	2035	3,186	102	3,084	163	-	4.8	0.2	4.7	5.8	0.2	5.6	8.7	0.3	8.4
19	2036	3,207	102	3,105	160	-	4.8	0.2	4.6	5.7	0.2	5.5	8.6	0.3	8.3
20	2037	3,228	103	3,125	158	-	4.7	0.2	4.6	5.7	0.2	5.5	8.5	0.3	8.2

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9-5 - Vazão de esgotos do distrito Monte Pio - Castelo.

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	900	118	782	198	593	1.7	0.2	1.4	2.0	0.3	1.7	3.0	0.4	2.6
1	2018	905	119	786	198	597	1.7	0.2	1.4	2.0	0.3	1.7	3.0	0.4	2.6
2	2019	910	119	791	196	601	1.7	0.2	1.4	2.0	0.3	1.7	3.0	0.4	2.6
3	2020	915	120	795	194	604	1.6	0.2	1.4	2.0	0.3	1.7	3.0	0.4	2.6
4	2021	920	121	799	192	608	1.6	0.2	1.4	2.0	0.3	1.7	2.9	0.4	2.6
5	2022	925	121	804	190	612	1.6	0.2	1.4	2.0	0.3	1.7	2.9	0.4	2.5
6	2023	930	122	808	188	616	1.6	0.2	1.4	1.9	0.3	1.7	2.9	0.4	2.5
7	2024	935	123	812	185	619	1.6	0.2	1.4	1.9	0.3	1.7	2.9	0.4	2.5
8	2025	940	123	817	183	623	1.6	0.2	1.4	1.9	0.3	1.7	2.9	0.4	2.5
9	2026	946	124	822	181	627	1.6	0.2	1.4	1.9	0.2	1.7	2.9	0.4	2.5
10	2027	951	125	826	179	631	1.6	0.2	1.4	1.9	0.2	1.6	2.8	0.4	2.5
11	2028	957	125	832	177	634	1.6	0.2	1.4	1.9	0.2	1.6	2.8	0.4	2.5
12	2029	962	126	836	175	638	1.6	0.2	1.4	1.9	0.2	1.6	2.8	0.4	2.4
13	2030	968	127	841	173	642	1.6	0.2	1.3	1.9	0.2	1.6	2.8	0.4	2.4
14	2031	974	128	846	171	646	1.5	0.2	1.3	1.9	0.2	1.6	2.8	0.4	2.4
15	2032	981	129	852	169	650	1.5	0.2	1.3	1.8	0.2	1.6	2.8	0.4	2.4
16	2033	988	129	859	167	653	1.5	0.2	1.3	1.8	0.2	1.6	2.7	0.4	2.4
17	2034	994	130	864	165	657	1.5	0.2	1.3	1.8	0.2	1.6	2.7	0.4	2.4
18	2035	1,001	131	870	163	661	1.5	0.2	1.3	1.8	0.2	1.6	2.7	0.4	2.4
19	2036	1,008	132	876	160	665	1.5	0.2	1.3	1.8	0.2	1.6	2.7	0.4	2.3
20	2037	1,014	133	881	158	668	1.5	0.2	1.3	1.8	0.2	1.5	2.7	0.4	2.3

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9-6 - Vazão de esgotos do distrito Patrimônio do Ouro - Castelo.

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	1,570	40	1,530	198	497	2.9	0.1	2.8	3.5	0.1	3.4	5.2	0.1	5.0
1	2018	1,578	41	1,537	198	501	2.9	0.1	2.8	3.5	0.1	3.4	5.2	0.1	5.1
2	2019	1,587	41	1,546	196	504	2.9	0.1	2.8	3.5	0.1	3.4	5.2	0.1	5.1
3	2020	1,595	41	1,554	194	508	2.9	0.1	2.8	3.4	0.1	3.3	5.2	0.1	5.0
4	2021	1,604	41	1,563	192	512	2.9	0.1	2.8	3.4	0.1	3.3	5.1	0.1	5.0
5	2022	1,613	42	1,571	190	516	2.8	0.1	2.8	3.4	0.1	3.3	5.1	0.1	5.0
6	2023	1,622	42	1,580	188	519	2.8	0.1	2.8	3.4	0.1	3.3	5.1	0.1	5.0
7	2024	1,631	42	1,589	185	523	2.8	0.1	2.7	3.4	0.1	3.3	5.0	0.1	4.9
8	2025	1,639	42	1,597	183	527	2.8	0.1	2.7	3.3	0.1	3.2	5.0	0.1	4.9
9	2026	1,649	42	1,607	181	531	2.8	0.1	2.7	3.3	0.1	3.2	5.0	0.1	4.8
10	2027	1,658	43	1,615	179	534	2.7	0.1	2.7	3.3	0.1	3.2	4.9	0.1	4.8
11	2028	1,668	43	1,625	177	538	2.7	0.1	2.7	3.3	0.1	3.2	4.9	0.1	4.8
12	2029	1,678	43	1,635	175	542	2.7	0.1	2.6	3.3	0.1	3.2	4.9	0.1	4.8
13	2030	1,687	43	1,644	173	545	2.7	0.1	2.6	3.2	0.1	3.2	4.9	0.1	4.7
14	2031	1,699	44	1,655	171	549	2.7	0.1	2.6	3.2	0.1	3.1	4.8	0.1	4.7
15	2032	1,710	44	1,666	169	553	2.7	0.1	2.6	3.2	0.1	3.1	4.8	0.1	4.7
16	2033	1,722	44	1,678	167	557	2.7	0.1	2.6	3.2	0.1	3.1	4.8	0.1	4.7
17	2034	1,734	45	1,689	165	560	2.6	0.1	2.6	3.2	0.1	3.1	4.8	0.1	4.6
18	2035	1,746	45	1,701	163	564	2.6	0.1	2.6	3.2	0.1	3.1	4.7	0.1	4.6
19	2036	1,757	45	1,712	160	568	2.6	0.1	2.5	3.1	0.1	3.0	4.7	0.1	4.6
20	2037	1,769	46	1,723	158	572	2.6	0.1	2.5	3.1	0.1	3.0	4.7	0.1	4.5

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 $\text{DBO}_{5,20}$ 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 $\text{DBO}_{5,20}$, 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 $\text{DQO}/\text{DBO}_{5,20}$ 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 26 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:

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

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

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	40-60	50	200-500	350
• DBO ₅	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			Estrela do Norte			Limoeiro			Monte Pio			Patrimônio do Ouro		
		Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur
0	2017	1805.2	1089.6	715.6	1435.2	1053.6	381.6	103.3	6.9	96.4	143.3	4.6	138.7	45.0	5.9	39.1	78.5	2.0	76.5
1	2018	1815.0	1095.5	719.5	1443.0	1059.3	383.7	103.8	6.9	96.9	144.1	4.6	139.5	45.3	6.0	39.3	78.9	2.1	76.9
2	2019	1824.9	1101.5	723.4	1450.9	1065.1	385.8	104.4	6.9	97.5	144.8	4.6	140.2	45.5	6.0	39.6	79.4	2.1	77.3
3	2020	1834.8	1107.5	727.3	1458.7	1070.9	387.9	104.9	7.0	98.0	145.6	4.7	141.0	45.8	6.0	39.8	79.8	2.1	77.7
4	2021	1844.8	1113.5	731.3	1466.7	1076.7	390.0	105.5	7.0	98.5	146.4	4.7	141.8	46.0	6.1	40.0	80.2	2.1	78.2
5	2022	1854.9	1119.6	735.3	1474.7	1082.6	392.1	106.1	7.1	99.0	147.2	4.7	142.5	46.3	6.1	40.2	80.7	2.1	78.6
6	2023	1865.0	1125.7	739.3	1482.7	1088.5	394.3	106.7	7.1	99.6	148.0	4.8	143.3	46.5	6.1	40.4	81.1	2.1	79.0
7	2024	1875.2	1131.8	743.4	1490.9	1094.5	396.4	107.3	7.1	100.2	148.8	4.8	144.1	46.8	6.2	40.6	81.6	2.1	79.5
8	2025	1885.4	1138.0	747.4	1499.0	1100.5	398.6	107.8	7.2	100.7	149.6	4.8	144.8	47.0	6.2	40.9	82.0	2.1	79.9
9	2026	1896.3	1144.6	751.7	1507.6	1106.8	400.9	108.5	7.2	101.3	150.5	4.8	145.7	47.3	6.2	41.1	82.5	2.1	80.4
10	2027	1907.2	1151.2	756.0	1516.3	1113.1	403.2	109.1	7.3	101.8	151.4	4.9	146.5	47.6	6.3	41.3	82.9	2.2	80.8
11	2028	1918.2	1157.8	760.4	1525.0	1119.6	405.5	109.7	7.3	102.5	152.2	4.9	147.4	47.9	6.3	41.6	83.4	2.2	81.3
12	2029	1929.2	1164.5	764.8	1533.8	1126.0	407.8	110.3	7.3	103.0	153.1	4.9	148.2	48.1	6.3	41.8	83.9	2.2	81.8
13	2030	1940.3	1171.2	769.2	1542.7	1132.5	410.2	111.0	7.4	103.6	154.0	4.9	149.1	48.4	6.4	42.1	84.4	2.2	82.2
14	2031	1953.6	1179.2	774.5	1553.2	1140.3	413.0	111.7	7.4	104.3	155.1	5.0	150.1	48.7	6.4	42.3	85.0	2.2	82.8
15	2032	1967.0	1187.3	779.7	1563.8	1148.0	415.8	112.5	7.5	105.1	156.1	5.0	151.1	49.1	6.5	42.6	85.5	2.2	83.3
16	2033	1980.4	1195.4	785.1	1574.5	1155.9	418.7	113.3	7.5	105.8	157.2	5.0	152.2	49.4	6.5	43.0	86.1	2.2	83.9
17	2034	1994.0	1203.6	790.4	1585.3	1163.8	421.5	114.0	7.6	106.5	158.3	5.1	153.2	49.7	6.5	43.2	86.7	2.3	84.5
18	2035	2007.6	1211.8	795.9	1596.2	1171.8	424.4	114.8	7.6	107.2	159.3	5.1	154.2	50.1	6.6	43.5	87.3	2.3	85.1
19	2036	2020.9	1219.8	801.1	1606.7	1179.5	427.2	115.6	7.7	107.9	160.4	5.1	155.3	50.4	6.6	43.8	87.9	2.3	85.6
20	2037	2034.2	1227.8	806.4	1617.3	1187.3	430.0	116.3	7.7	108.6	161.4	5.2	156.3	50.7	6.7	44.1	88.5	2.3	86.2

Fonte: Autoria própria.

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

Ano		Município			Sede			Estrela do Norte			Limoeiro			Monte Pio			Patrimônio do Ouro		
		Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur
0	2017	3610.3	2179.1	1431.2	2870.4	2107.2	763.2	206.5	13.7	192.8	286.5	9.1	277.4	90.0	11.8	78.2	157.0	4.0	153.0
1	2018	3629.9	2191.0	1438.9	2885.9	2118.6	767.3	207.6	13.8	193.8	288.1	9.2	278.9	90.5	11.9	78.6	157.8	4.1	153.7
2	2019	3649.7	2202.9	1446.8	2901.7	2130.2	771.5	208.7	13.8	194.9	289.6	9.2	280.4	91.0	11.9	79.1	158.7	4.1	154.6
3	2020	3669.5	2214.9	1454.6	2917.4	2141.7	775.7	209.8	13.9	195.9	291.2	9.3	281.9	91.5	12.0	79.5	159.5	4.1	155.4
4	2021	3689.5	2226.9	1462.6	2933.3	2153.4	779.9	211.0	14.0	197.0	292.8	9.3	283.5	92.0	12.1	79.9	160.4	4.1	156.3
5	2022	3709.7	2239.1	1470.6	2949.4	2165.2	784.2	212.1	14.1	198.0	294.4	9.4	285.0	92.5	12.1	80.4	161.3	4.2	157.1
6	2023	3729.9	2251.3	1478.6	2965.4	2176.9	788.5	213.3	14.1	199.2	296.0	9.5	286.5	93.0	12.2	80.8	162.2	4.2	158.0
7	2024	3750.3	2263.6	1486.7	2981.7	2188.9	792.8	214.5	14.2	200.3	297.6	9.5	288.1	93.5	12.3	81.2	163.1	4.2	158.9
8	2025	3770.8	2276.0	1494.8	2998.0	2200.9	797.1	215.6	14.3	201.3	299.2	9.6	289.6	94.0	12.3	81.7	163.9	4.2	159.7
9	2026	3792.5	2289.1	1503.4	3015.2	2213.5	801.7	216.9	14.4	202.5	301.0	9.6	291.4	94.6	12.4	82.2	164.9	4.2	160.7
10	2027	3814.3	2302.3	1512.0	3032.5	2226.2	806.3	218.1	14.5	203.6	302.7	9.7	293.0	95.1	12.5	82.6	165.8	4.3	161.5
11	2028	3836.3	2315.5	1520.8	3050.0	2239.1	810.9	219.4	14.5	204.9	304.4	9.7	294.7	95.7	12.5	83.2	166.8	4.3	162.5
12	2029	3858.4	2328.9	1529.5	3067.6	2252.0	815.6	220.6	14.6	206.0	306.2	9.8	296.4	96.2	12.6	83.6	167.8	4.3	163.5
13	2030	3880.6	2342.3	1538.3	3085.3	2265.0	820.3	221.9	14.7	207.2	307.9	9.8	298.1	96.8	12.7	84.1	168.7	4.3	164.4
14	2031	3907.2	2358.3	1548.9	3106.4	2280.5	825.9	223.4	14.8	208.6	310.1	9.9	300.2	97.4	12.8	84.6	169.9	4.4	165.5
15	2032	3933.9	2374.5	1559.4	3127.6	2296.0	831.6	225.0	14.9	210.1	312.2	10.0	302.2	98.1	12.9	85.2	171.0	4.4	166.6
16	2033	3960.8	2390.7	1570.1	3149.0	2311.7	837.3	226.5	15.0	211.5	314.3	10.0	304.3	98.8	12.9	85.9	172.2	4.4	167.8
17	2034	3987.9	2407.1	1580.8	3170.6	2327.6	843.0	228.0	15.1	212.9	316.5	10.1	306.4	99.4	13.0	86.4	173.4	4.5	168.9
18	2035	4015.2	2423.5	1591.7	3192.3	2343.5	848.8	229.6	15.2	214.4	318.6	10.2	308.4	100.1	13.1	87.0	174.6	4.5	170.1
19	2036	4041.8	2439.6	1602.2	3213.4	2359.0	854.4	231.1	15.3	215.8	320.7	10.2	310.5	100.8	13.2	87.6	175.7	4.5	171.2
20	2037	4068.3	2455.6	1612.7	3234.5	2374.5	860.0	232.6	15.4	217.2	322.8	10.3	312.5	101.4	13.3	88.1	176.9	4.6	172.3

Fonte: Autoria própria.

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

Ano		Município			Sede			Estrela do Norte			Limoeiro			Monte Pio			Patrimônio do Ouro		
		Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur
0	2017	2166.2	1307.5	858.7	1722.2	1264.3	457.9	123.9	8.2	115.7	171.9	5.5	166.4	54.0	7.1	46.9	94.2	2.4	91.8
1	2018	2177.9	1314.6	863.3	1731.5	1271.2	460.4	124.6	8.3	116.3	172.9	5.5	167.3	54.3	7.1	47.2	94.7	2.5	92.2
2	2019	2189.8	1321.7	868.1	1741.0	1278.1	462.9	125.2	8.3	116.9	173.8	5.5	168.2	54.6	7.1	47.5	95.2	2.5	92.8
3	2020	2201.7	1328.9	872.8	1750.4	1285.0	465.4	125.9	8.3	117.5	174.7	5.6	169.1	54.9	7.2	47.7	95.7	2.5	93.2
4	2021	2213.7	1336.1	877.6	1760.0	1292.0	467.9	126.6	8.4	118.2	175.7	5.6	170.1	55.2	7.3	47.9	96.2	2.5	93.8
5	2022	2225.8	1343.5	882.4	1769.6	1299.1	470.5	127.3	8.5	118.8	176.6	5.6	171.0	55.5	7.3	48.2	96.8	2.5	94.3
6	2023	2237.9	1350.8	887.2	1779.2	1306.1	473.1	128.0	8.5	119.5	177.6	5.7	171.9	55.8	7.3	48.5	97.3	2.5	94.8
7	2024	2250.2	1358.2	892.0	1789.0	1313.3	475.7	128.7	8.5	120.2	178.6	5.7	172.9	56.1	7.4	48.7	97.9	2.5	95.3
8	2025	2262.5	1365.6	896.9	1798.8	1320.5	478.3	129.4	8.6	120.8	179.5	5.8	173.8	56.4	7.4	49.0	98.3	2.5	95.8
9	2026	2275.5	1373.5	902.0	1809.1	1328.1	481.0	130.1	8.6	121.5	180.6	5.8	174.8	56.8	7.4	49.3	98.9	2.5	96.4
10	2027	2288.6	1381.4	907.2	1819.5	1335.7	483.8	130.9	8.7	122.2	181.6	5.8	175.8	57.1	7.5	49.6	99.5	2.6	96.9
11	2028	2301.8	1389.3	912.5	1830.0	1343.5	486.5	131.6	8.7	122.9	182.6	5.8	176.8	57.4	7.5	49.9	100.1	2.6	97.5
12	2029	2315.0	1397.3	917.7	1840.6	1351.2	489.4	132.4	8.8	123.6	183.7	5.9	177.8	57.7	7.6	50.2	100.7	2.6	98.1
13	2030	2328.4	1405.4	923.0	1851.2	1359.0	492.2	133.1	8.8	124.3	184.7	5.9	178.9	58.1	7.6	50.5	101.2	2.6	98.6
14	2031	2344.3	1415.0	929.3	1863.8	1368.3	495.5	134.0	8.9	125.2	186.1	5.9	180.1	58.4	7.7	50.8	101.9	2.6	99.3
15	2032	2360.3	1424.7	935.6	1876.6	1377.6	499.0	135.0	8.9	126.1	187.3	6.0	181.3	58.9	7.7	51.1	102.6	2.6	100.0
16	2033	2376.5	1434.4	942.1	1889.4	1387.0	502.4	135.9	9.0	126.9	188.6	6.0	182.6	59.3	7.7	51.5	103.3	2.6	100.7
17	2034	2392.7	1444.3	948.5	1902.4	1396.6	505.8	136.8	9.1	127.7	189.9	6.1	183.8	59.6	7.8	51.8	104.0	2.7	101.3
18	2035	2409.1	1454.1	955.0	1915.4	1406.1	509.3	137.8	9.1	128.6	191.2	6.1	185.0	60.1	7.9	52.2	104.8	2.7	102.1
19	2036	2425.1	1463.8	961.3	1928.0	1415.4	512.6	138.7	9.2	129.5	192.4	6.1	186.3	60.5	7.9	52.6	105.4	2.7	102.7
20	2037	2441.0	1473.4	967.6	1940.7	1424.7	516.0	139.6	9.2	130.3	193.7	6.2	187.5	60.8	8.0	52.9	106.1	2.8	103.4

Fonte: Autoria própria.

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

Ano		Município			Sede			Estrela do Norte			Limoeiro			Monte Pio			Patrimônio do Ouro		
		Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur
0	2017	288.82	174.33	114.50	229.63	168.58	61.06	16.52	1.10	15.42	22.92	0.73	22.19	7.20	0.94	6.26	12.56	0.32	12.24
1	2018	290.39	175.28	115.11	230.87	169.49	61.38	16.61	1.10	15.50	23.05	0.74	22.31	7.24	0.95	6.29	12.62	0.33	12.30
2	2019	291.98	176.23	115.74	232.14	170.42	61.72	16.70	1.10	15.59	23.17	0.74	22.43	7.28	0.95	6.33	12.70	0.33	12.37
3	2020	293.56	177.19	116.37	233.39	171.34	62.06	16.78	1.11	15.67	23.30	0.74	22.55	7.32	0.96	6.36	12.76	0.33	12.43
4	2021	295.16	178.15	117.01	234.66	172.27	62.39	16.88	1.12	15.76	23.42	0.74	22.68	7.36	0.97	6.39	12.83	0.33	12.50
5	2022	296.78	179.13	117.65	235.95	173.22	62.74	16.97	1.13	15.84	23.55	0.75	22.80	7.40	0.97	6.43	12.90	0.34	12.57
6	2023	298.39	180.10	118.29	237.23	174.15	63.08	17.06	1.13	15.94	23.68	0.76	22.92	7.44	0.98	6.46	12.98	0.34	12.64
7	2024	300.02	181.09	118.94	238.54	175.11	63.42	17.16	1.14	16.02	23.81	0.76	23.05	7.48	0.98	6.50	13.05	0.34	12.71
8	2025	301.66	182.08	119.58	239.84	176.07	63.77	17.25	1.14	16.10	23.94	0.77	23.17	7.52	0.98	6.54	13.11	0.34	12.78
9	2026	303.40	183.13	120.27	241.22	177.08	64.14	17.35	1.15	16.20	24.08	0.77	23.31	7.57	0.99	6.58	13.19	0.34	12.86
10	2027	305.14	184.18	120.96	242.60	178.10	64.50	17.45	1.16	16.29	24.22	0.78	23.44	7.61	1.00	6.61	13.26	0.34	12.92
11	2028	306.90	185.24	121.66	244.00	179.13	64.87	17.55	1.16	16.39	24.35	0.78	23.58	7.66	1.00	6.66	13.34	0.34	13.00
12	2029	308.67	186.31	122.36	245.41	180.16	65.25	17.65	1.17	16.48	24.50	0.78	23.71	7.70	1.01	6.69	13.42	0.34	13.08
13	2030	310.45	187.38	123.06	246.82	181.20	65.62	17.75	1.18	16.58	24.63	0.78	23.85	7.74	1.02	6.73	13.50	0.34	13.15
14	2031	312.58	188.66	123.91	248.51	182.44	66.07	17.87	1.18	16.69	24.81	0.79	24.02	7.79	1.02	6.77	13.59	0.35	13.24
15	2032	314.71	189.96	124.75	250.21	183.68	66.53	18.00	1.19	16.81	24.98	0.80	24.18	7.85	1.03	6.82	13.68	0.35	13.33
16	2033	316.86	191.26	125.61	251.92	184.94	66.98	18.12	1.20	16.92	25.14	0.80	24.34	7.90	1.03	6.87	13.78	0.35	13.42
17	2034	319.03	192.57	126.46	253.65	186.21	67.44	18.24	1.21	17.03	25.32	0.81	24.51	7.95	1.04	6.91	13.87	0.36	13.51
18	2035	321.22	193.88	127.34	255.38	187.48	67.90	18.37	1.22	17.15	25.49	0.82	24.67	8.01	1.05	6.96	13.97	0.36	13.61
19	2036	323.34	195.17	128.18	257.07	188.72	68.35	18.49	1.22	17.26	25.66	0.82	24.84	8.06	1.06	7.01	14.06	0.36	13.70
20	2037	325.46	196.45	129.02	258.76	189.96	68.80	18.61	1.23	17.38	25.82	0.82	25.00	8.11	1.06	7.05	14.15	0.37	13.78

Fonte: Autoria própria.

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

Ano		Município			Sede			Estrela do Norte			Limoeiro			Monte Pio			Patrimônio do Ouro		
		Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur
0	2017	90.26	54.48	35.78	71.76	52.68	19.08	5.16	0.34	4.82	7.16	0.23	6.94	2.25	0.30	1.96	3.93	0.10	3.83
1	2018	90.75	54.78	35.97	72.15	52.97	19.18	5.19	0.35	4.85	7.20	0.23	6.97	2.26	0.30	1.97	3.95	0.10	3.84
2	2019	91.24	55.07	36.17	72.54	53.26	19.29	5.22	0.35	4.87	7.24	0.23	7.01	2.28	0.30	1.98	3.97	0.10	3.87
3	2020	91.74	55.37	36.37	72.94	53.54	19.39	5.25	0.35	4.90	7.28	0.23	7.05	2.29	0.30	1.99	3.99	0.10	3.89
4	2021	92.24	55.67	36.57	73.33	53.84	19.50	5.28	0.35	4.93	7.32	0.23	7.09	2.30	0.30	2.00	4.01	0.10	3.91
5	2022	92.74	55.98	36.77	73.74	54.13	19.61	5.30	0.35	4.95	7.36	0.24	7.13	2.31	0.30	2.01	4.03	0.11	3.93
6	2023	93.25	56.28	36.97	74.14	54.42	19.71	5.33	0.35	4.98	7.40	0.24	7.16	2.33	0.31	2.02	4.06	0.11	3.95
7	2024	93.76	56.59	37.17	74.54	54.72	19.82	5.36	0.36	5.01	7.44	0.24	7.20	2.34	0.31	2.03	4.08	0.11	3.97
8	2025	94.27	56.90	37.37	74.95	55.02	19.93	5.39	0.36	5.03	7.48	0.24	7.24	2.35	0.31	2.04	4.10	0.11	3.99
9	2026	94.81	57.23	37.59	75.38	55.34	20.04	5.42	0.36	5.06	7.53	0.24	7.29	2.37	0.31	2.06	4.12	0.11	4.02
10	2027	95.36	57.56	37.80	75.81	55.66	20.16	5.45	0.36	5.09	7.57	0.24	7.33	2.38	0.31	2.07	4.15	0.11	4.04
11	2028	95.91	57.89	38.02	76.25	55.98	20.27	5.49	0.36	5.12	7.61	0.24	7.37	2.39	0.31	2.08	4.17	0.11	4.06
12	2029	96.46	58.22	38.24	76.69	56.30	20.39	5.52	0.37	5.15	7.66	0.25	7.41	2.41	0.32	2.09	4.20	0.11	4.09
13	2030	97.02	58.56	38.46	77.13	56.63	20.51	5.55	0.37	5.18	7.70	0.25	7.45	2.42	0.32	2.10	4.22	0.11	4.11
14	2031	97.68	58.96	38.72	77.66	57.01	20.65	5.59	0.37	5.22	7.75	0.25	7.51	2.44	0.32	2.12	4.25	0.11	4.14
15	2032	98.35	59.36	38.99	78.19	57.40	20.79	5.63	0.37	5.25	7.81	0.25	7.56	2.45	0.32	2.13	4.28	0.11	4.17
16	2033	99.02	59.77	39.25	78.73	57.79	20.93	5.66	0.38	5.29	7.86	0.25	7.61	2.47	0.32	2.15	4.31	0.11	4.20
17	2034	99.70	60.18	39.52	79.27	58.19	21.08	5.70	0.38	5.32	7.91	0.25	7.66	2.49	0.33	2.16	4.34	0.11	4.22
18	2035	100.38	60.59	39.79	79.81	58.59	21.22	5.74	0.38	5.36	7.97	0.26	7.71	2.50	0.33	2.18	4.37	0.11	4.25
19	2036	101.05	60.99	40.06	80.34	58.98	21.36	5.78	0.38	5.40	8.02	0.26	7.76	2.52	0.33	2.19	4.39	0.11	4.28
20	2037	101.71	61.39	40.32	80.86	59.36	21.50	5.82	0.39	5.43	8.07	0.26	7.81	2.54	0.33	2.20	4.42	0.12	4.31

Fonte: Autoria própria.

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

Ano		Município			Sede			Estrela do Norte			Limoeiro			Monte Pio			Patrimônio do Ouro		
		Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur
0	2017	4E+14	2E+14	1E+14	3E+14	2E+14	8E+13	2E+13	1E+12	2E+13	3E+13	9E+11	3E+13	9E+12	1E+12	8E+12	2E+13	4E+11	2E+13
1	2018	4E+14	2E+14	1E+14	3E+14	2E+14	8E+13	2E+13	1E+12	2E+13	3E+13	9E+11	3E+13	9E+12	1E+12	8E+12	2E+13	4E+11	2E+13
2	2019	4E+14	2E+14	1E+14	3E+14	2E+14	8E+13	2E+13	1E+12	2E+13	3E+13	9E+11	3E+13	9E+12	1E+12	8E+12	2E+13	4E+11	2E+13
3	2020	4E+14	2E+14	1E+14	3E+14	2E+14	8E+13	2E+13	1E+12	2E+13	3E+13	9E+11	3E+13	9E+12	1E+12	8E+12	2E+13	4E+11	2E+13
4	2021	4E+14	2E+14	1E+14	3E+14	2E+14	8E+13	2E+13	1E+12	2E+13	3E+13	9E+11	3E+13	9E+12	1E+12	8E+12	2E+13	4E+11	2E+13
5	2022	4E+14	2E+14	1E+14	3E+14	2E+14	8E+13	2E+13	1E+12	2E+13	3E+13	9E+11	3E+13	9E+12	1E+12	8E+12	2E+13	4E+11	2E+13
6	2023	4E+14	2E+14	1E+14	3E+14	2E+14	8E+13	2E+13	1E+12	2E+13	3E+13	1E+12	3E+13	9E+12	1E+12	8E+12	2E+13	4E+11	2E+13
7	2024	4E+14	2E+14	1E+14	3E+14	2E+14	8E+13	2E+13	1E+12	2E+13	3E+13	1E+12	3E+13	9E+12	1E+12	8E+12	2E+13	4E+11	2E+13
8	2025	4E+14	2E+14	1E+14	3E+14	2E+14	8E+13	2E+13	1E+12	2E+13	3E+13	1E+12	3E+13	9E+12	1E+12	8E+12	2E+13	4E+11	2E+13
9	2026	4E+14	2E+14	2E+14	3E+14	2E+14	8E+13	2E+13	1E+12	2E+13	3E+13	1E+12	3E+13	9E+12	1E+12	8E+12	2E+13	4E+11	2E+13
10	2027	4E+14	2E+14	2E+14	3E+14	2E+14	8E+13	2E+13	1E+12	2E+13	3E+13	1E+12	3E+13	1E+13	1E+12	8E+12	2E+13	4E+11	2E+13
11	2028	4E+14	2E+14	2E+14	3E+14	2E+14	8E+13	2E+13	1E+12	2E+13	3E+13	1E+12	3E+13	1E+13	1E+12	8E+12	2E+13	4E+11	2E+13
12	2029	4E+14	2E+14	2E+14	3E+14	2E+14	8E+13	2E+13	1E+12	2E+13	3E+13	1E+12	3E+13	1E+13	1E+12	8E+12	2E+13	4E+11	2E+13
13	2030	4E+14	2E+14	2E+14	3E+14	2E+14	8E+13	2E+13	1E+12	2E+13	3E+13	1E+12	3E+13	1E+13	1E+12	8E+12	2E+13	4E+11	2E+13
14	2031	4E+14	2E+14	2E+14	3E+14	2E+14	8E+13	2E+13	1E+12	2E+13	3E+13	1E+12	3E+13	1E+13	1E+12	8E+12	2E+13	4E+11	2E+13
15	2032	4E+14	2E+14	2E+14	3E+14	2E+14	8E+13	2E+13	1E+12	2E+13	3E+13	1E+12	3E+13	1E+13	1E+12	9E+12	2E+13	4E+11	2E+13
16	2033	4E+14	2E+14	2E+14	3E+14	2E+14	8E+13	2E+13	2E+12	2E+13	3E+13	1E+12	3E+13	1E+13	1E+12	9E+12	2E+13	4E+11	2E+13
17	2034	4E+14	2E+14	2E+14	3E+14	2E+14	8E+13	2E+13	2E+12	2E+13	3E+13	1E+12	3E+13	1E+13	1E+12	9E+12	2E+13	5E+11	2E+13
18	2035	4E+14	2E+14	2E+14	3E+14	2E+14	8E+13	2E+13	2E+12	2E+13	3E+13	1E+12	3E+13	1E+13	1E+12	9E+12	2E+13	5E+11	2E+13
19	2036	4E+14	2E+14	2E+14	3E+14	2E+14	9E+13	2E+13	2E+12	2E+13	3E+13	1E+12	3E+13	1E+13	1E+12	9E+12	2E+13	5E+11	2E+13
20	2037	4E+14	2E+14	2E+14	3E+14	2E+14	9E+13	2E+13	2E+12	2E+13	3E+13	1E+12	3E+13	1E+13	1E+12	9E+12	2E+13	5E+11	2E+13

Fonte: Autoria própria.

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
Cumprimento 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, 9-26 e 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.			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.

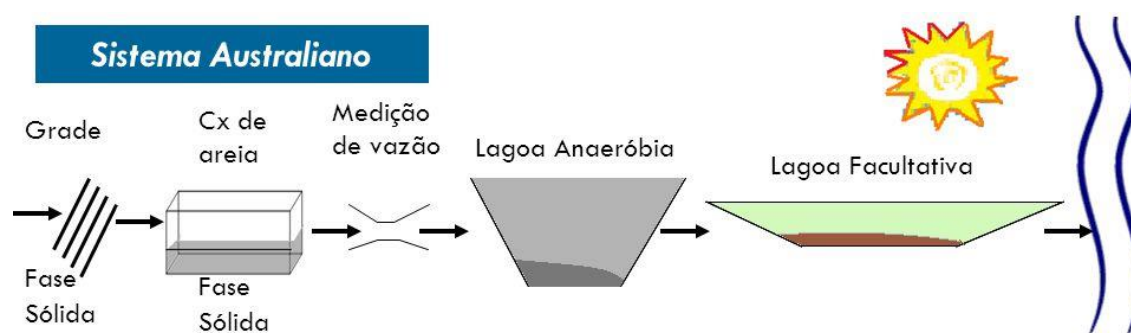
A lagoa facultativa recebe uma carga de apenas 40 a 50% da carga de esgoto bruto, podendo ter, portanto, dimensões bem menores. Neste processo, o esgoto afluente entra continuamente em uma extremidade da lagoa e sai continuamente na extremidade oposta. Ao longo deste percurso, que demora vários dias (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.

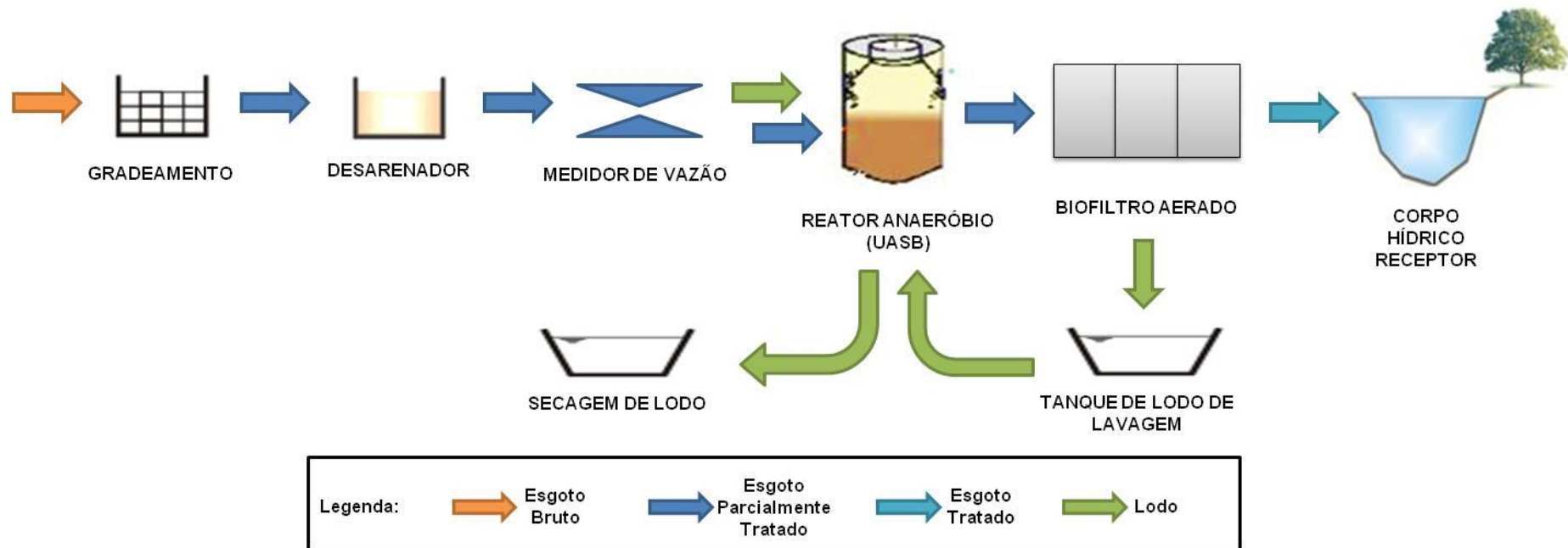
O risco da geração ou liberação de maus odores pode ser bastante minimizado através de um projeto bem elaborado tanto nos cálculos cinéticos quanto nos aspectos hidráulicos. A completa vedação do reator, incluindo a saída submersa do efluente, colabora sensivelmente para a diminuição destes riscos, bem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

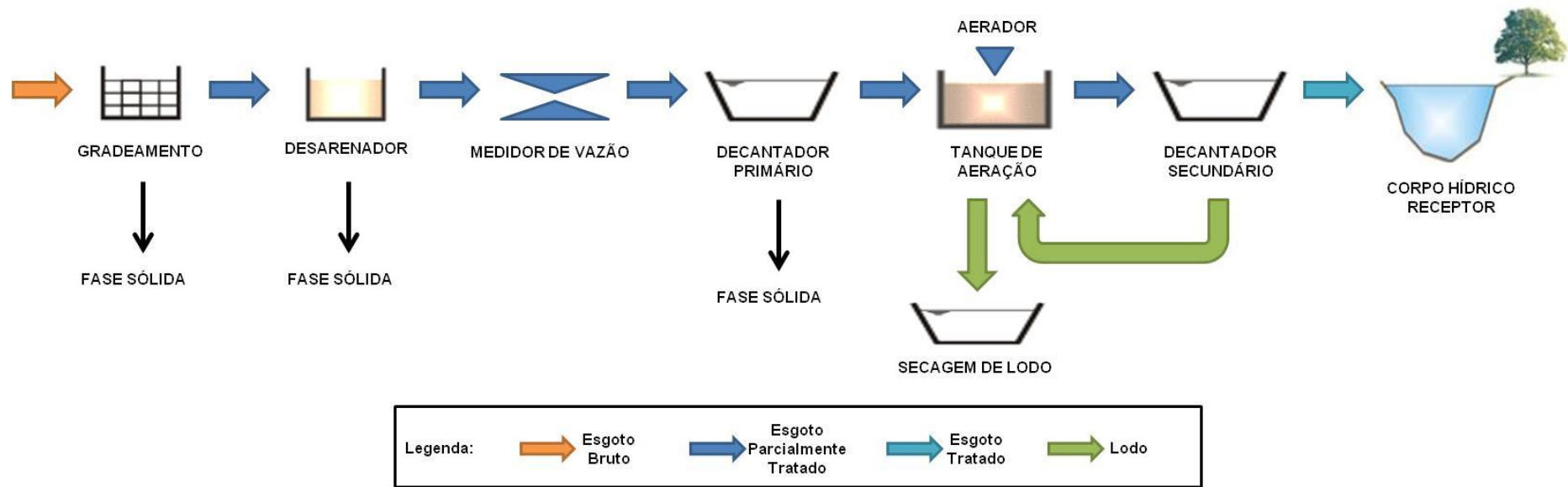
e a dificuldade de transferência de oxigênio para todas as células no reator, por exemplo.

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 consequentemente 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.

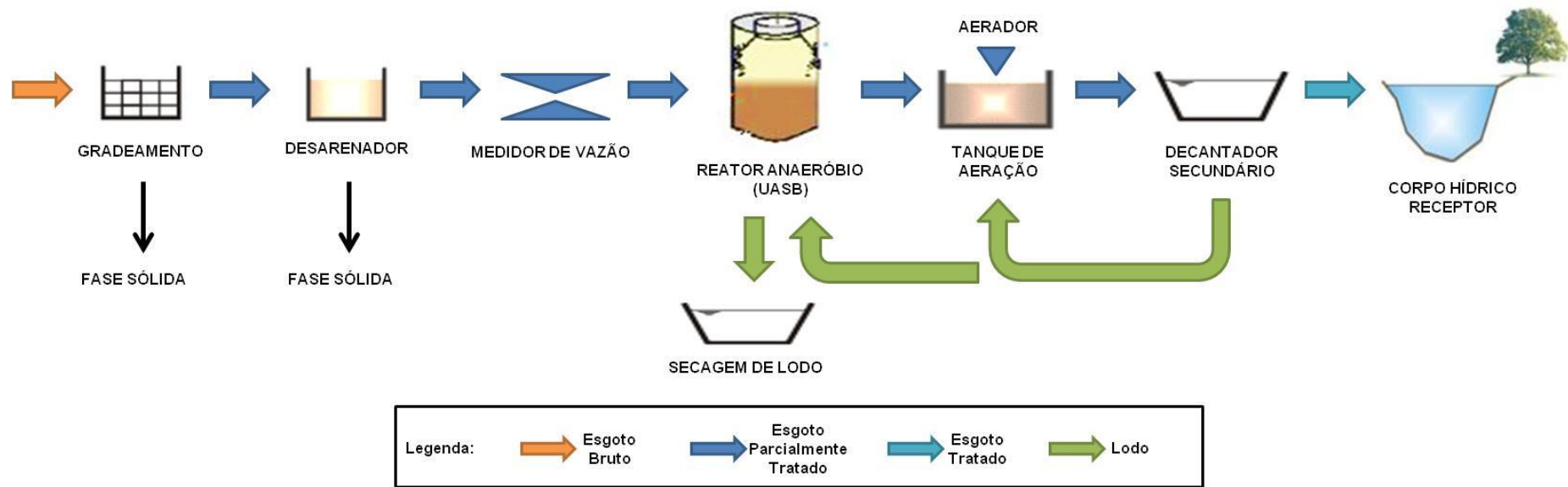
Figura 9-3 - Etapas de tratamento de esgotos pelo sistema de lodos ativados convencional.



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).

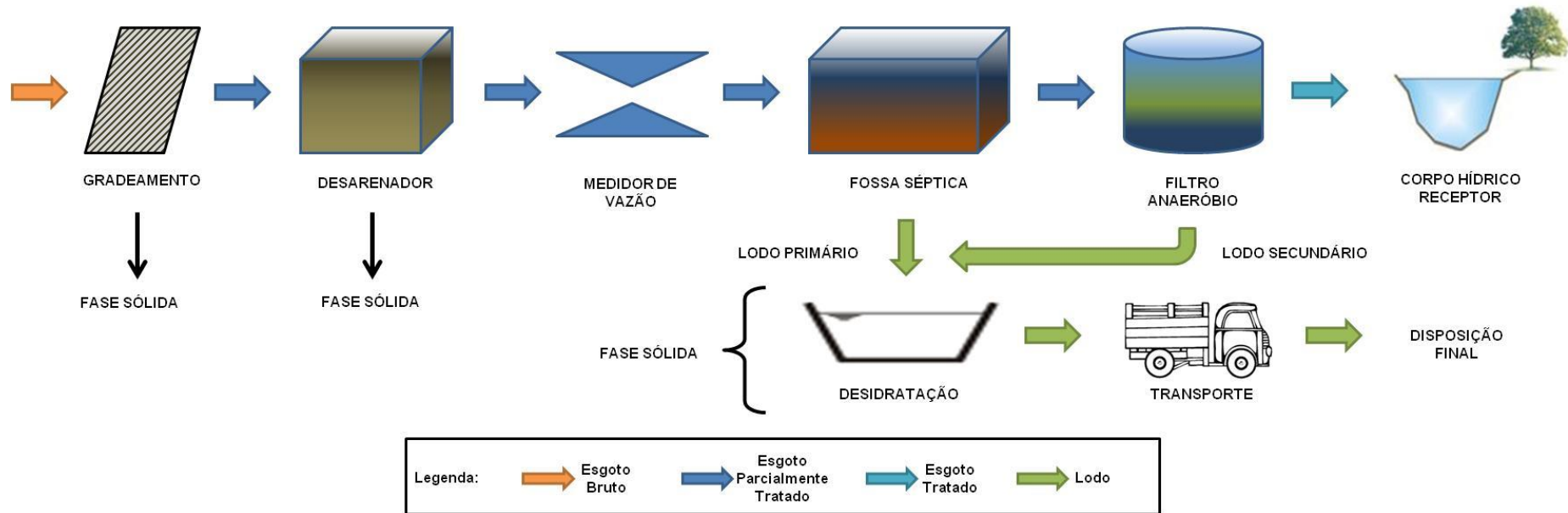
O filtro anaeróbio apresenta alguma similaridade conceitual com os filtros biológicos aeróbios: em ambos os casos, a biomassa cresce aderida a um meio suporte, usualmente pedras. No entanto, o filtro anaeróbio apresenta algumas importantes diferenças:

- 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 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			Estrela do Norte			Limoeiro			Monte Pio			Patrimônio do Ouro		
		Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur
0	2017	361.0	217.9	143.1	287.0	210.7	76.3	20.7	1.4	19.3	28.7	0.9	27.7	9.0	1.2	7.8	15.7	0.4	15.3
1	2018	363.0	219.1	143.9	288.6	211.9	76.7	20.8	1.4	19.4	28.8	0.9	27.9	9.1	1.2	7.9	15.8	0.4	15.4
2	2019	365.0	220.3	144.7	290.2	213.0	77.2	20.9	1.4	19.5	29.0	0.9	28.0	9.1	1.2	7.9	15.9	0.4	15.5
3	2020	367.0	221.5	145.5	291.7	214.2	77.6	21.0	1.4	19.6	29.1	0.9	28.2	9.2	1.2	8.0	16.0	0.4	15.5
4	2021	369.0	222.7	146.3	293.3	215.3	78.0	21.1	1.4	19.7	29.3	0.9	28.4	9.2	1.2	8.0	16.0	0.4	15.6
5	2022	371.0	223.9	147.1	294.9	216.5	78.4	21.2	1.4	19.8	29.4	0.9	28.5	9.3	1.2	8.0	16.1	0.4	15.7
6	2023	373.0	225.1	147.9	296.5	217.7	78.9	21.3	1.4	19.9	29.6	1.0	28.7	9.3	1.2	8.1	16.2	0.4	15.8
7	2024	375.0	226.4	148.7	298.2	218.9	79.3	21.5	1.4	20.0	29.8	1.0	28.8	9.4	1.2	8.1	16.3	0.4	15.9
8	2025	377.1	227.6	149.5	299.8	220.1	79.7	21.6	1.4	20.1	29.9	1.0	29.0	9.4	1.2	8.2	16.4	0.4	16.0
9	2026	379.3	228.9	150.3	301.5	221.4	80.2	21.7	1.4	20.3	30.1	1.0	29.1	9.5	1.2	8.2	16.5	0.4	16.1
10	2027	381.4	230.2	151.2	303.3	222.6	80.6	21.8	1.5	20.4	30.3	1.0	29.3	9.5	1.3	8.3	16.6	0.4	16.2
11	2028	383.6	231.6	152.1	305.0	223.9	81.1	21.9	1.5	20.5	30.4	1.0	29.5	9.6	1.3	8.3	16.7	0.4	16.3
12	2029	385.8	232.9	153.0	306.8	225.2	81.6	22.1	1.5	20.6	30.6	1.0	29.6	9.6	1.3	8.4	16.8	0.4	16.4
13	2030	388.1	234.2	153.8	308.5	226.5	82.0	22.2	1.5	20.7	30.8	1.0	29.8	9.7	1.3	8.4	16.9	0.4	16.4
14	2031	390.7	235.8	154.9	310.6	228.1	82.6	22.3	1.5	20.9	31.0	1.0	30.0	9.7	1.3	8.5	17.0	0.4	16.6
15	2032	393.4	237.5	155.9	312.8	229.6	83.2	22.5	1.5	21.0	31.2	1.0	30.2	9.8	1.3	8.5	17.1	0.4	16.7
16	2033	396.1	239.1	157.0	314.9	231.2	83.7	22.7	1.5	21.2	31.4	1.0	30.4	9.9	1.3	8.6	17.2	0.4	16.8
17	2034	398.8	240.7	158.1	317.1	232.8	84.3	22.8	1.5	21.3	31.7	1.0	30.6	9.9	1.3	8.6	17.3	0.5	16.9
18	2035	401.5	242.4	159.2	319.2	234.4	84.9	23.0	1.5	21.4	31.9	1.0	30.8	10.0	1.3	8.7	17.5	0.5	17.0
19	2036	404.2	244.0	160.2	321.3	235.9	85.4	23.1	1.5	21.6	32.1	1.0	31.1	10.1	1.3	8.8	17.6	0.5	17.1
20	2037	406.8	245.6	161.3	323.5	237.5	86.0	23.3	1.5	21.7	32.3	1.0	31.3	10.1	1.3	8.8	17.7	0.5	17.2

Fonte: Autoria própria.

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

Ano		Município			Sede			Estrela do Norte			Limoeiro			Monte Pio			Patrimônio do Ouro		
		Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur
0	2017	180.5	109.0	71.6	143.5	105.4	38.2	10.3	0.7	9.6	14.3	0.5	13.9	4.5	0.6	3.9	7.9	0.2	7.7
1	2018	181.5	109.6	71.9	144.3	105.9	38.4	10.4	0.7	9.7	14.4	0.5	13.9	4.5	0.6	3.9	7.9	0.2	7.7
2	2019	182.5	110.1	72.3	145.1	106.5	38.6	10.4	0.7	9.7	14.5	0.5	14.0	4.6	0.6	4.0	7.9	0.2	7.7
3	2020	183.5	110.7	72.7	145.9	107.1	38.8	10.5	0.7	9.8	14.6	0.5	14.1	4.6	0.6	4.0	8.0	0.2	7.8
4	2021	184.5	111.3	73.1	146.7	107.7	39.0	10.6	0.7	9.9	14.6	0.5	14.2	4.6	0.6	4.0	8.0	0.2	7.8
5	2022	185.5	112.0	73.5	147.5	108.3	39.2	10.6	0.7	9.9	14.7	0.5	14.3	4.6	0.6	4.0	8.1	0.2	7.9
6	2023	186.5	112.6	73.9	148.3	108.8	39.4	10.7	0.7	10.0	14.8	0.5	14.3	4.7	0.6	4.0	8.1	0.2	7.9
7	2024	187.5	113.2	74.3	149.1	109.4	39.6	10.7	0.7	10.0	14.9	0.5	14.4	4.7	0.6	4.1	8.2	0.2	7.9
8	2025	188.5	113.8	74.7	149.9	110.0	39.9	10.8	0.7	10.1	15.0	0.5	14.5	4.7	0.6	4.1	8.2	0.2	8.0
9	2026	189.6	114.5	75.2	150.8	110.7	40.1	10.8	0.7	10.1	15.1	0.5	14.6	4.7	0.6	4.1	8.2	0.2	8.0
10	2027	190.7	115.1	75.6	151.6	111.3	40.3	10.9	0.7	10.2	15.1	0.5	14.7	4.8	0.6	4.1	8.3	0.2	8.1
11	2028	191.8	115.8	76.0	152.5	112.0	40.5	11.0	0.7	10.2	15.2	0.5	14.7	4.8	0.6	4.2	8.3	0.2	8.1
12	2029	192.9	116.4	76.5	153.4	112.6	40.8	11.0	0.7	10.3	15.3	0.5	14.8	4.8	0.6	4.2	8.4	0.2	8.2
13	2030	194.0	117.1	76.9	154.3	113.3	41.0	11.1	0.7	10.4	15.4	0.5	14.9	4.8	0.6	4.2	8.4	0.2	8.2
14	2031	195.4	117.9	77.4	155.3	114.0	41.3	11.2	0.7	10.4	15.5	0.5	15.0	4.9	0.6	4.2	8.5	0.2	8.3
15	2032	196.7	118.7	78.0	156.4	114.8	41.6	11.3	0.7	10.5	15.6	0.5	15.1	4.9	0.6	4.3	8.6	0.2	8.3
16	2033	198.0	119.5	78.5	157.5	115.6	41.9	11.3	0.8	10.6	15.7	0.5	15.2	4.9	0.6	4.3	8.6	0.2	8.4
17	2034	199.4	120.4	79.0	158.5	116.4	42.2	11.4	0.8	10.6	15.8	0.5	15.3	5.0	0.7	4.3	8.7	0.2	8.4
18	2035	200.8	121.2	79.6	159.6	117.2	42.4	11.5	0.8	10.7	15.9	0.5	15.4	5.0	0.7	4.4	8.7	0.2	8.5
19	2036	202.1	122.0	80.1	160.7	118.0	42.7	11.6	0.8	10.8	16.0	0.5	15.5	5.0	0.7	4.4	8.8	0.2	8.6
20	2037	203.4	122.8	80.6	161.7	118.7	43.0	11.6	0.8	10.9	16.1	0.5	15.6	5.1	0.7	4.4	8.8	0.2	8.6

Fonte: Autoria própria.

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

Ano		Município			Sede			Estrela do Norte			Limoeiro			Monte Pio			Patrimônio do Ouro		
		Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur
0	2017	1083.1	653.7	429.4	861.1	632.2	229.0	62.0	4.1	57.8	86.0	2.7	83.2	27.0	3.5	23.5	47.1	1.2	45.9
1	2018	1089.0	657.3	431.7	865.8	635.6	230.2	62.3	4.1	58.1	86.4	2.8	83.7	27.2	3.6	23.6	47.3	1.2	46.1
2	2019	1094.9	660.9	434.0	870.5	639.1	231.5	62.6	4.1	58.5	86.9	2.8	84.1	27.3	3.6	23.7	47.6	1.2	46.4
3	2020	1100.9	664.5	436.4	875.2	642.5	232.7	62.9	4.2	58.8	87.4	2.8	84.6	27.5	3.6	23.9	47.9	1.2	46.6
4	2021	1106.9	668.1	438.8	880.0	646.0	234.0	63.3	4.2	59.1	87.8	2.8	85.1	27.6	3.6	24.0	48.1	1.2	46.9
5	2022	1112.9	671.7	441.2	884.8	649.6	235.3	63.6	4.2	59.4	88.3	2.8	85.5	27.8	3.6	24.1	48.4	1.3	47.1
6	2023	1119.0	675.4	443.6	889.6	653.1	236.6	64.0	4.2	59.8	88.8	2.9	86.0	27.9	3.7	24.2	48.7	1.3	47.4
7	2024	1125.1	679.1	446.0	894.5	656.7	237.8	64.4	4.3	60.1	89.3	2.9	86.4	28.1	3.7	24.4	48.9	1.3	47.7
8	2025	1131.2	682.8	448.4	899.4	660.3	239.1	64.7	4.3	60.4	89.8	2.9	86.9	28.2	3.7	24.5	49.2	1.3	47.9
9	2026	1137.8	686.7	451.0	904.6	664.1	240.5	65.1	4.3	60.8	90.3	2.9	87.4	28.4	3.7	24.7	49.5	1.3	48.2
10	2027	1144.3	690.7	453.6	909.8	667.9	241.9	65.4	4.4	61.1	90.8	2.9	87.9	28.5	3.8	24.8	49.7	1.3	48.5
11	2028	1150.9	694.7	456.2	915.0	671.7	243.3	65.8	4.4	61.5	91.3	2.9	88.4	28.7	3.8	25.0	50.0	1.3	48.8
12	2029	1157.5	698.7	458.9	920.3	675.6	244.7	66.2	4.4	61.8	91.9	2.9	88.9	28.9	3.8	25.1	50.3	1.3	49.1
13	2030	1164.2	702.7	461.5	925.6	679.5	246.1	66.6	4.4	62.2	92.4	2.9	89.4	29.0	3.8	25.2	50.6	1.3	49.3
14	2031	1172.2	707.5	464.7	931.9	684.2	247.8	67.0	4.4	62.6	93.0	3.0	90.1	29.2	3.8	25.4	51.0	1.3	49.7
15	2032	1180.2	712.4	467.8	938.3	688.8	249.5	67.5	4.5	63.0	93.7	3.0	90.7	29.4	3.9	25.6	51.3	1.3	50.0
16	2033	1188.2	717.2	471.0	944.7	693.5	251.2	68.0	4.5	63.5	94.3	3.0	91.3	29.6	3.9	25.8	51.7	1.3	50.3
17	2034	1196.4	722.1	474.2	951.2	698.3	252.9	68.4	4.5	63.9	95.0	3.0	91.9	29.8	3.9	25.9	52.0	1.4	50.7
18	2035	1204.6	727.1	477.5	957.7	703.1	254.6	68.9	4.6	64.3	95.6	3.1	92.5	30.0	3.9	26.1	52.4	1.4	51.0
19	2036	1212.5	731.9	480.7	964.0	707.7	256.3	69.3	4.6	64.7	96.2	3.1	93.2	30.2	4.0	26.3	52.7	1.4	51.4
20	2037	1220.5	736.7	483.8	970.4	712.4	258.0	69.8	4.6	65.2	96.8	3.1	93.8	30.4	4.0	26.4	53.1	1.4	51.7

Fonte: Autoria própria.

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

Ano		Município			Sede			Estrela do Norte			Limoeiro			Monte Pio			Patrimônio do Ouro		
		Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur
0	2017	722.1	435.8	286.2	574.1	421.4	152.6	41.3	2.7	38.6	57.3	1.8	55.5	18.0	2.4	15.6	31.4	0.8	30.6
1	2018	726.0	438.2	287.8	577.2	423.7	153.5	41.5	2.8	38.8	57.6	1.8	55.8	18.1	2.4	15.7	31.6	0.8	30.7
2	2019	729.9	440.6	289.4	580.3	426.0	154.3	41.7	2.8	39.0	57.9	1.8	56.1	18.2	2.4	15.8	31.7	0.8	30.9
3	2020	733.9	443.0	290.9	583.5	428.3	155.1	42.0	2.8	39.2	58.2	1.9	56.4	18.3	2.4	15.9	31.9	0.8	31.1
4	2021	737.9	445.4	292.5	586.7	430.7	156.0	42.2	2.8	39.4	58.6	1.9	56.7	18.4	2.4	16.0	32.1	0.8	31.3
5	2022	741.9	447.8	294.1	589.9	433.0	156.8	42.4	2.8	39.6	58.9	1.9	57.0	18.5	2.4	16.1	32.3	0.8	31.4
6	2023	746.0	450.3	295.7	593.1	435.4	157.7	42.7	2.8	39.8	59.2	1.9	57.3	18.6	2.4	16.2	32.4	0.8	31.6
7	2024	750.1	452.7	297.3	596.3	437.8	158.6	42.9	2.8	40.1	59.5	1.9	57.6	18.7	2.5	16.2	32.6	0.8	31.8
8	2025	754.2	455.2	299.0	599.6	440.2	159.4	43.1	2.9	40.3	59.8	1.9	57.9	18.8	2.5	16.3	32.8	0.8	31.9
9	2026	758.5	457.8	300.7	603.0	442.7	160.3	43.4	2.9	40.5	60.2	1.9	58.3	18.9	2.5	16.4	33.0	0.8	32.1
10	2027	762.9	460.5	302.4	606.5	445.2	161.3	43.6	2.9	40.7	60.5	1.9	58.6	19.0	2.5	16.5	33.2	0.9	32.3
11	2028	767.3	463.1	304.2	610.0	447.8	162.2	43.9	2.9	41.0	60.9	1.9	58.9	19.1	2.5	16.6	33.4	0.9	32.5
12	2029	771.7	465.8	305.9	613.5	450.4	163.1	44.1	2.9	41.2	61.2	2.0	59.3	19.2	2.5	16.7	33.6	0.9	32.7
13	2030	776.1	468.5	307.7	617.1	453.0	164.1	44.4	2.9	41.4	61.6	2.0	59.6	19.4	2.5	16.8	33.7	0.9	32.9
14	2031	781.4	471.7	309.8	621.3	456.1	165.2	44.7	3.0	41.7	62.0	2.0	60.0	19.5	2.6	16.9	34.0	0.9	33.1
15	2032	786.8	474.9	311.9	625.5	459.2	166.3	45.0	3.0	42.0	62.4	2.0	60.4	19.6	2.6	17.0	34.2	0.9	33.3
16	2033	792.2	478.1	314.0	629.8	462.3	167.5	45.3	3.0	42.3	62.9	2.0	60.9	19.8	2.6	17.2	34.4	0.9	33.6
17	2034	797.6	481.4	316.2	634.1	465.5	168.6	45.6	3.0	42.6	63.3	2.0	61.3	19.9	2.6	17.3	34.7	0.9	33.8
18	2035	803.0	484.7	318.3	638.5	468.7	169.8	45.9	3.0	42.9	63.7	2.0	61.7	20.0	2.6	17.4	34.9	0.9	34.0
19	2036	808.4	487.9	320.4	642.7	471.8	170.9	46.2	3.1	43.2	64.1	2.0	62.1	20.2	2.6	17.5	35.1	0.9	34.2
20	2037	813.7	491.1	322.5	646.9	474.9	172.0	46.5	3.1	43.4	64.6	2.1	62.5	20.3	2.7	17.6	35.4	0.9	34.5

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			Estrela do Norte			Limoeiro			Monte Pio			Patrimônio do Ouro		
		Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur
0	2017	433.2	261.5	171.7	344.4	252.9	91.6	24.8	1.6	23.1	34.4	1.1	33.3	10.8	1.4	9.4	18.8	0.5	18.4
1	2018	435.6	262.9	172.7	346.3	254.2	92.1	24.9	1.7	23.3	34.6	1.1	33.5	10.9	1.4	9.4	18.9	0.5	18.4
2	2019	438.0	264.3	173.6	348.2	255.6	92.6	25.0	1.7	23.4	34.8	1.1	33.6	10.9	1.4	9.5	19.0	0.5	18.6
3	2020	440.3	265.8	174.6	350.1	257.0	93.1	25.2	1.7	23.5	34.9	1.1	33.8	11.0	1.4	9.5	19.1	0.5	18.6
4	2021	442.7	267.2	175.5	352.0	258.4	93.6	25.3	1.7	23.6	35.1	1.1	34.0	11.0	1.5	9.6	19.2	0.5	18.8
5	2022	445.2	268.7	176.5	353.9	259.8	94.1	25.5	1.7	23.8	35.3	1.1	34.2	11.1	1.5	9.6	19.4	0.5	18.9
6	2023	447.6	270.2	177.4	355.8	261.2	94.6	25.6	1.7	23.9	35.5	1.1	34.4	11.2	1.5	9.7	19.5	0.5	19.0
7	2024	450.0	271.6	178.4	357.8	262.7	95.1	25.7	1.7	24.0	35.7	1.1	34.6	11.2	1.5	9.7	19.6	0.5	19.1
8	2025	452.5	273.1	179.4	359.8	264.1	95.7	25.9	1.7	24.2	35.9	1.2	34.8	11.3	1.5	9.8	19.7	0.5	19.2
9	2026	455.1	274.7	180.4	361.8	265.6	96.2	26.0	1.7	24.3	36.1	1.2	35.0	11.4	1.5	9.9	19.8	0.5	19.3
10	2027	457.7	276.3	181.4	363.9	267.1	96.8	26.2	1.7	24.4	36.3	1.2	35.2	11.4	1.5	9.9	19.9	0.5	19.4
11	2028	460.4	277.9	182.5	366.0	268.7	97.3	26.3	1.7	24.6	36.5	1.2	35.4	11.5	1.5	10.0	20.0	0.5	19.5
12	2029	463.0	279.5	183.5	368.1	270.2	97.9	26.5	1.8	24.7	36.7	1.2	35.6	11.5	1.5	10.0	20.1	0.5	19.6
13	2030	465.7	281.1	184.6	370.2	271.8	98.4	26.6	1.8	24.9	36.9	1.2	35.8	11.6	1.5	10.1	20.2	0.5	19.7
14	2031	468.9	283.0	185.9	372.8	273.7	99.1	26.8	1.8	25.0	37.2	1.2	36.0	11.7	1.5	10.2	20.4	0.5	19.9
15	2032	472.1	284.9	187.1	375.3	275.5	99.8	27.0	1.8	25.2	37.5	1.2	36.3	11.8	1.5	10.2	20.5	0.5	20.0
16	2033	475.3	286.9	188.4	377.9	277.4	100.5	27.2	1.8	25.4	37.7	1.2	36.5	11.9	1.5	10.3	20.7	0.5	20.1
17	2034	478.5	288.9	189.7	380.5	279.3	101.2	27.4	1.8	25.5	38.0	1.2	36.8	11.9	1.6	10.4	20.8	0.5	20.3
18	2035	481.8	290.8	191.0	383.1	281.2	101.9	27.6	1.8	25.7	38.2	1.2	37.0	12.0	1.6	10.4	21.0	0.5	20.4
19	2036	485.0	292.8	192.3	385.6	283.1	102.5	27.7	1.8	25.9	38.5	1.2	37.3	12.1	1.6	10.5	21.1	0.5	20.5
20	2037	488.2	294.7	193.5	388.1	284.9	103.2	27.9	1.8	26.1	38.7	1.2	37.5	12.2	1.6	10.6	21.2	0.6	20.7

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			Estrela do Norte			Limoeiro			Monte Pio			Patrimônio do Ouro		
		Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur
0	2017	216.6	130.7	85.9	172.2	126.4	45.8	12.4	0.8	11.6	17.2	0.5	16.6	5.4	0.7	4.7	9.4	0.2	9.2
1	2018	217.8	131.5	86.3	173.2	127.1	46.0	12.5	0.8	11.6	17.3	0.6	16.7	5.4	0.7	4.7	9.5	0.2	9.2
2	2019	219.0	132.2	86.8	174.1	127.8	46.3	12.5	0.8	11.7	17.4	0.6	16.8	5.5	0.7	4.7	9.5	0.2	9.3
3	2020	220.2	132.9	87.3	175.0	128.5	46.5	12.6	0.8	11.8	17.5	0.6	16.9	5.5	0.7	4.8	9.6	0.2	9.3
4	2021	221.4	133.6	87.8	176.0	129.2	46.8	12.7	0.8	11.8	17.6	0.6	17.0	5.5	0.7	4.8	9.6	0.2	9.4
5	2022	222.6	134.3	88.2	177.0	129.9	47.1	12.7	0.8	11.9	17.7	0.6	17.1	5.6	0.7	4.8	9.7	0.3	9.4
6	2023	223.8	135.1	88.7	177.9	130.6	47.3	12.8	0.8	12.0	17.8	0.6	17.2	5.6	0.7	4.8	9.7	0.3	9.5
7	2024	225.0	135.8	89.2	178.9	131.3	47.6	12.9	0.9	12.0	17.9	0.6	17.3	5.6	0.7	4.9	9.8	0.3	9.5
8	2025	226.2	136.6	89.7	179.9	132.1	47.8	12.9	0.9	12.1	18.0	0.6	17.4	5.6	0.7	4.9	9.8	0.3	9.6
9	2026	227.6	137.3	90.2	180.9	132.8	48.1	13.0	0.9	12.2	18.1	0.6	17.5	5.7	0.7	4.9	9.9	0.3	9.6
10	2027	228.9	138.1	90.7	182.0	133.6	48.4	13.1	0.9	12.2	18.2	0.6	17.6	5.7	0.8	5.0	9.9	0.3	9.7
11	2028	230.2	138.9	91.2	183.0	134.3	48.7	13.2	0.9	12.3	18.3	0.6	17.7	5.7	0.8	5.0	10.0	0.3	9.8
12	2029	231.5	139.7	91.8	184.1	135.1	48.9	13.2	0.9	12.4	18.4	0.6	17.8	5.8	0.8	5.0	10.1	0.3	9.8
13	2030	232.8	140.5	92.3	185.1	135.9	49.2	13.3	0.9	12.4	18.5	0.6	17.9	5.8	0.8	5.0	10.1	0.3	9.9
14	2031	234.4	141.5	92.9	186.4	136.8	49.6	13.4	0.9	12.5	18.6	0.6	18.0	5.8	0.8	5.1	10.2	0.3	9.9
15	2032	236.0	142.5	93.6	187.7	137.8	49.9	13.5	0.9	12.6	18.7	0.6	18.1	5.9	0.8	5.1	10.3	0.3	10.0
16	2033	237.6	143.4	94.2	188.9	138.7	50.2	13.6	0.9	12.7	18.9	0.6	18.3	5.9	0.8	5.2	10.3	0.3	10.1
17	2034	239.3	144.4	94.8	190.2	139.7	50.6	13.7	0.9	12.8	19.0	0.6	18.4	6.0	0.8	5.2	10.4	0.3	10.1
18	2035	240.9	145.4	95.5	191.5	140.6	50.9	13.8	0.9	12.9	19.1	0.6	18.5	6.0	0.8	5.2	10.5	0.3	10.2
19	2036	242.5	146.4	96.1	192.8	141.5	51.3	13.9	0.9	12.9	19.2	0.6	18.6	6.0	0.8	5.3	10.5	0.3	10.3
20	2037	244.1	147.3	96.8	194.1	142.5	51.6	14.0	0.9	13.0	19.4	0.6	18.8	6.1	0.8	5.3	10.6	0.3	10.3

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			Estrela do Norte			Limoeiro			Monte Pio			Patrimônio do Ouro		
		Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur
0	2017	144.41	87.16	57.25	114.82	84.29	30.53	8.26	0.55	7.71	11.46	0.36	11.10	3.60	0.47	3.13	6.28	0.16	6.12
1	2018	145.20	87.64	57.56	115.44	84.74	30.69	8.30	0.55	7.75	11.52	0.37	11.16	3.62	0.48	3.14	6.31	0.16	6.15
2	2019	145.99	88.12	57.87	116.07	85.21	30.86	8.35	0.55	7.80	11.58	0.37	11.22	3.64	0.48	3.16	6.35	0.16	6.18
3	2020	146.78	88.60	58.18	116.70	85.67	31.03	8.39	0.56	7.84	11.65	0.37	11.28	3.66	0.48	3.18	6.38	0.16	6.22
4	2021	147.58	89.08	58.50	117.33	86.14	31.20	8.44	0.56	7.88	11.71	0.37	11.34	3.68	0.48	3.20	6.42	0.16	6.25
5	2022	148.39	89.56	58.82	117.98	86.61	31.37	8.48	0.56	7.92	11.78	0.38	11.40	3.70	0.48	3.22	6.45	0.17	6.28
6	2023	149.20	90.05	59.14	118.62	87.08	31.54	8.53	0.56	7.97	11.84	0.38	11.46	3.72	0.49	3.23	6.49	0.17	6.32
7	2024	150.01	90.54	59.47	119.27	87.56	31.71	8.58	0.57	8.01	11.90	0.38	11.52	3.74	0.49	3.25	6.52	0.17	6.36
8	2025	150.83	91.04	59.79	119.92	88.04	31.88	8.62	0.57	8.05	11.97	0.38	11.58	3.76	0.49	3.27	6.56	0.17	6.39
9	2026	151.70	91.56	60.14	120.61	88.54	32.07	8.68	0.58	8.10	12.04	0.38	11.66	3.78	0.50	3.29	6.60	0.17	6.43
10	2027	152.57	92.09	60.48	121.30	89.05	32.25	8.72	0.58	8.14	12.11	0.39	11.72	3.80	0.50	3.30	6.63	0.17	6.46
11	2028	153.45	92.62	60.83	122.00	89.56	32.44	8.78	0.58	8.20	12.18	0.39	11.79	3.83	0.50	3.33	6.67	0.17	6.50
12	2029	154.34	93.16	61.18	122.70	90.08	32.62	8.82	0.58	8.24	12.25	0.39	11.86	3.85	0.50	3.34	6.71	0.17	6.54
13	2030	155.22	93.69	61.53	123.41	90.60	32.81	8.88	0.59	8.29	12.32	0.39	11.92	3.87	0.51	3.36	6.75	0.17	6.58
14	2031	156.29	94.33	61.96	124.26	91.22	33.04	8.94	0.59	8.34	12.40	0.40	12.01	3.90	0.51	3.38	6.80	0.18	6.62
15	2032	157.36	94.98	62.38	125.10	91.84	33.26	9.00	0.60	8.40	12.49	0.40	12.09	3.92	0.52	3.41	6.84	0.18	6.66
16	2033	158.43	95.63	62.80	125.96	92.47	33.49	9.06	0.60	8.46	12.57	0.40	12.17	3.95	0.52	3.44	6.89	0.18	6.71
17	2034	159.52	96.28	63.23	126.82	93.10	33.72	9.12	0.60	8.52	12.66	0.40	12.26	3.98	0.52	3.46	6.94	0.18	6.76
18	2035	160.61	96.94	63.67	127.69	93.74	33.95	9.18	0.61	8.58	12.74	0.41	12.34	4.00	0.52	3.48	6.98	0.18	6.80
19	2036	161.67	97.58	64.09	128.54	94.36	34.18	9.24	0.61	8.63	12.83	0.41	12.42	4.03	0.53	3.50	7.03	0.18	6.85
20	2037	162.73	98.22	64.51	129.38	94.98	34.40	9.30	0.62	8.69	12.91	0.41	12.50	4.06	0.53	3.52	7.08	0.18	6.89

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			Estrela do Norte			Limoeiro			Monte Pio			Patrimônio do Ouro		
		Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur
0	2017	63.2	38.1	25.0	50.2	36.9	13.4	3.6	0.2	3.4	5.0	0.2	4.9	1.6	0.2	1.4	2.7	0.1	2.7
1	2018	63.5	38.3	25.2	50.5	37.1	13.4	3.6	0.2	3.4	5.0	0.2	4.9	1.6	0.2	1.4	2.8	0.1	2.7
2	2019	63.9	38.6	25.3	50.8	37.3	13.5	3.7	0.2	3.4	5.1	0.2	4.9	1.6	0.2	1.4	2.8	0.1	2.7
3	2020	64.2	38.8	25.5	51.1	37.5	13.6	3.7	0.2	3.4	5.1	0.2	4.9	1.6	0.2	1.4	2.8	0.1	2.7
4	2021	64.6	39.0	25.6	51.3	37.7	13.6	3.7	0.2	3.4	5.1	0.2	5.0	1.6	0.2	1.4	2.8	0.1	2.7
5	2022	64.9	39.2	25.7	51.6	37.9	13.7	3.7	0.2	3.5	5.2	0.2	5.0	1.6	0.2	1.4	2.8	0.1	2.7
6	2023	65.3	39.4	25.9	51.9	38.1	13.8	3.7	0.2	3.5	5.2	0.2	5.0	1.6	0.2	1.4	2.8	0.1	2.8
7	2024	65.6	39.6	26.0	52.2	38.3	13.9	3.8	0.2	3.5	5.2	0.2	5.0	1.6	0.2	1.4	2.9	0.1	2.8
8	2025	66.0	39.8	26.2	52.5	38.5	13.9	3.8	0.3	3.5	5.2	0.2	5.1	1.6	0.2	1.4	2.9	0.1	2.8
9	2026	66.4	40.1	26.3	52.8	38.7	14.0	3.8	0.3	3.5	5.3	0.2	5.1	1.7	0.2	1.4	2.9	0.1	2.8
10	2027	66.8	40.3	26.5	53.1	39.0	14.1	3.8	0.3	3.6	5.3	0.2	5.1	1.7	0.2	1.4	2.9	0.1	2.8
11	2028	67.1	40.5	26.6	53.4	39.2	14.2	3.8	0.3	3.6	5.3	0.2	5.2	1.7	0.2	1.5	2.9	0.1	2.8
12	2029	67.5	40.8	26.8	53.7	39.4	14.3	3.9	0.3	3.6	5.4	0.2	5.2	1.7	0.2	1.5	2.9	0.1	2.9
13	2030	67.9	41.0	26.9	54.0	39.6	14.4	3.9	0.3	3.6	5.4	0.2	5.2	1.7	0.2	1.5	3.0	0.1	2.9
14	2031	68.4	41.3	27.1	54.4	39.9	14.5	3.9	0.3	3.7	5.4	0.2	5.3	1.7	0.2	1.5	3.0	0.1	2.9
15	2032	68.8	41.6	27.3	54.7	40.2	14.6	3.9	0.3	3.7	5.5	0.2	5.3	1.7	0.2	1.5	3.0	0.1	2.9
16	2033	69.3	41.8	27.5	55.1	40.5	14.7	4.0	0.3	3.7	5.5	0.2	5.3	1.7	0.2	1.5	3.0	0.1	2.9
17	2034	69.8	42.1	27.7	55.5	40.7	14.8	4.0	0.3	3.7	5.5	0.2	5.4	1.7	0.2	1.5	3.0	0.1	3.0
18	2035	70.3	42.4	27.9	55.9	41.0	14.9	4.0	0.3	3.8	5.6	0.2	5.4	1.8	0.2	1.5	3.1	0.1	3.0
19	2036	70.7	42.7	28.0	56.2	41.3	15.0	4.0	0.3	3.8	5.6	0.2	5.4	1.8	0.2	1.5	3.1	0.1	3.0
20	2037	71.2	43.0	28.2	56.6	41.6	15.1	4.1	0.3	3.8	5.6	0.2	5.5	1.8	0.2	1.5	3.1	0.1	3.0

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			Estrela do Norte			Limoeiro			Monte Pio			Patrimônio do Ouro		
		Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur	Total	Urb	Rur
0	2017	4E+12	2E+12	1E+12	3E+12	2E+12	8E+11	2E+11	1E+10	2E+11	3E+11	9E+09	3E+11	9E+10	1E+10	8E+10	2E+11	4E+09	2E+11
1	2018	4E+12	2E+12	1E+12	3E+12	2E+12	8E+11	2E+11	1E+10	2E+11	3E+11	9E+09	3E+11	9E+10	1E+10	8E+10	2E+11	4E+09	2E+11
2	2019	4E+12	2E+12	1E+12	3E+12	2E+12	8E+11	2E+11	1E+10	2E+11	3E+11	9E+09	3E+11	9E+10	1E+10	8E+10	2E+11	4E+09	2E+11
3	2020	4E+12	2E+12	1E+12	3E+12	2E+12	8E+11	2E+11	1E+10	2E+11	3E+11	9E+09	3E+11	9E+10	1E+10	8E+10	2E+11	4E+09	2E+11
4	2021	4E+12	2E+12	1E+12	3E+12	2E+12	8E+11	2E+11	1E+10	2E+11	3E+11	9E+09	3E+11	9E+10	1E+10	8E+10	2E+11	4E+09	2E+11
5	2022	4E+12	2E+12	1E+12	3E+12	2E+12	8E+11	2E+11	1E+10	2E+11	3E+11	9E+09	3E+11	9E+10	1E+10	8E+10	2E+11	4E+09	2E+11
6	2023	4E+12	2E+12	1E+12	3E+12	2E+12	8E+11	2E+11	1E+10	2E+11	3E+11	1E+10	3E+11	9E+10	1E+10	8E+10	2E+11	4E+09	2E+11
7	2024	4E+12	2E+12	1E+12	3E+12	2E+12	8E+11	2E+11	1E+10	2E+11	3E+11	1E+10	3E+11	9E+10	1E+10	8E+10	2E+11	4E+09	2E+11
8	2025	4E+12	2E+12	1E+12	3E+12	2E+12	8E+11	2E+11	1E+10	2E+11	3E+11	1E+10	3E+11	9E+10	1E+10	8E+10	2E+11	4E+09	2E+11
9	2026	4E+12	2E+12	2E+12	3E+12	2E+12	8E+11	2E+11	1E+10	2E+11	3E+11	1E+10	3E+11	9E+10	1E+10	8E+10	2E+11	4E+09	2E+11
10	2027	4E+12	2E+12	2E+12	3E+12	2E+12	8E+11	2E+11	1E+10	2E+11	3E+11	1E+10	3E+11	1E+11	1E+10	8E+10	2E+11	4E+09	2E+11
11	2028	4E+12	2E+12	2E+12	3E+12	2E+12	8E+11	2E+11	1E+10	2E+11	3E+11	1E+10	3E+11	1E+11	1E+10	8E+10	2E+11	4E+09	2E+11
12	2029	4E+12	2E+12	2E+12	3E+12	2E+12	8E+11	2E+11	1E+10	2E+11	3E+11	1E+10	3E+11	1E+11	1E+10	8E+10	2E+11	4E+09	2E+11
13	2030	4E+12	2E+12	2E+12	3E+12	2E+12	8E+11	2E+11	1E+10	2E+11	3E+11	1E+10	3E+11	1E+11	1E+10	8E+10	2E+11	4E+09	2E+11
14	2031	4E+12	2E+12	2E+12	3E+12	2E+12	8E+11	2E+11	1E+10	2E+11	3E+11	1E+10	3E+11	1E+11	1E+10	8E+10	2E+11	4E+09	2E+11
15	2032	4E+12	2E+12	2E+12	3E+12	2E+12	8E+11	2E+11	1E+10	2E+11	3E+11	1E+10	3E+11	1E+11	1E+10	9E+10	2E+11	4E+09	2E+11
16	2033	4E+12	2E+12	2E+12	3E+12	2E+12	8E+11	2E+11	2E+10	2E+11	3E+11	1E+10	3E+11	1E+11	1E+10	9E+10	2E+11	4E+09	2E+11
17	2034	4E+12	2E+12	2E+12	3E+12	2E+12	8E+11	2E+11	2E+10	2E+11	3E+11	1E+10	3E+11	1E+11	1E+10	9E+10	2E+11	5E+09	2E+11
18	2035	4E+12	2E+12	2E+12	3E+12	2E+12	8E+11	2E+11	2E+10	2E+11	3E+11	1E+10	3E+11	1E+11	1E+10	9E+10	2E+11	5E+09	2E+11
19	2036	4E+12	2E+12	2E+12	3E+12	2E+12	9E+11	2E+11	2E+10	2E+11	3E+11	1E+10	3E+11	1E+11	1E+10	9E+10	2E+11	5E+09	2E+11
20	2037	4E+12	2E+12	2E+12	3E+12	2E+12	9E+11	2E+11	2E+10	2E+11	3E+11	1E+10	3E+11	1E+11	1E+10	9E+10	2E+11	5E+09	2E+11

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 com a 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.

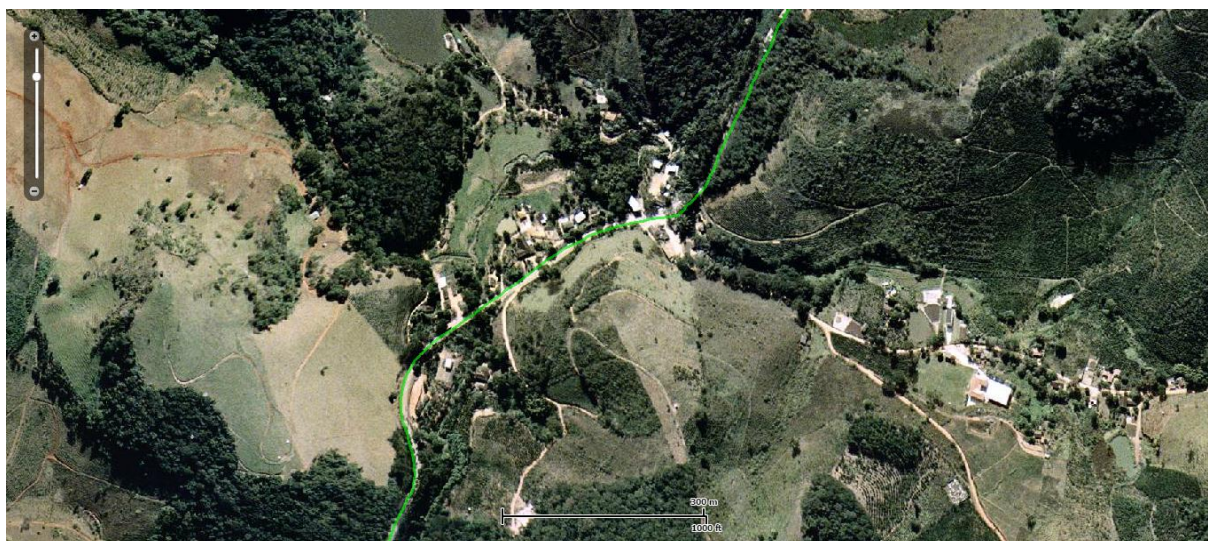
Sistemas de tratamento descentralizados tem se tornado uma opção sustentável para o tratamento de esgotos domésticos, não só no Brasil, mas na Europa também, principalmente por ser uma alternativa de acessibilidade em locais distantes da rede de esgoto centralizada; possibilidade de geração de bioenergia, 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, apresenta 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.

A fim de solucionar o problema da falta de tratamento de esgotos nos distritos de Limoeiro, Monte Pio e Patrimônio do Ouro, do município de Castelo, é indicada a construção de unidades de tratamento de esgoto, com tratamento descentralizado, visto que se tratam de áreas de baixa densidade populacional. As Figuras 9-6, 9-7 e 9-8 trazem a delimitação da área urbanizada de cada um dos distritos, segundo o Instituto Jones dos Santos Neves.

Figura 9-6 - Área Urbanizada distrito de Limoeiro.



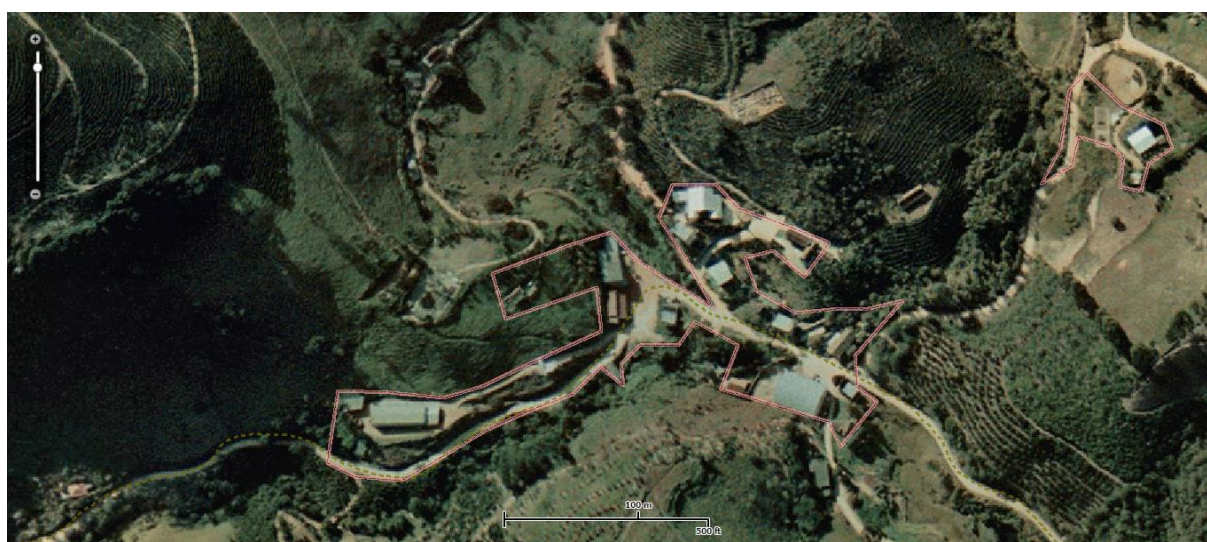
Fonte: Portal GEOBASES, IJSN (2010).

Figura 9-7 - Área Urbanizada distrito de Monte Pio.



Fonte: Portal GEOBASES, IJSN (2010).

Figura 9-8 - Área Urbanizada distrito de Patrimônio do Ouro.



Fonte: Portal GEOBASES, IJSN (2010).

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/l11445.htm>. Acesso em 4 out 2016.

CRITES, R.; TCHOBANOGLOUS, 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://jaraca.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. **Eclet. 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 Castelo.

Demanda	Dimensão da demanda	Prioridade
<u>Limpeza Pública:</u> Os serviços são prestados diretamente pela Secretaria Municipal de 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.	Elaboração do plano de varrição que contemple mapas de varrição e medição de produtividade dos varredores.	Médio Prazo
<u>Acondicionamento:</u> Não existem projetos de acondicionamento de resíduos. Os PEVs instalados não estão em quantidade suficientes para atender a toda população. A maior 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.	Elaboração de projeto de acondicionamento de resíduos.	Curto Prazo
<u>Coleta:</u> Não existe projeto de coleta com roteirização de forma otimizada do serviço prestado e controle de percursos realizados, mas apenas o quadro de dias e horários da coleta.	Elaboração de roteiro de Coleta	Curto Prazo

Demanda	Dimensão da demanda	Prioridade
<u>Transporte:</u> Todo o transporte de RSU é realizado pela empresa contratada.	-	-
<u>Coleta seletiva:</u> A coleta seletiva no município abrange a maioria dos bairros da sede e as partes urbanizadas dos demais distritos, porém, a população não tem separado os resíduos e a coleta porta a porta não ocorre em muitos bairros.	Elaboração de um projeto de coleta seletiva, adequado que abranja toda a sede e trabalhe educação ambiental com a população local.	Curto Prazo
<u>Destinação final:</u> A destinação final é feita corretamente em aterro sanitário licenciado.	-	-
<u>Compostagem:</u> A compostagem é incipiente e restrita a algumas escolas. A maior parte dos resíduos orgânicos é destinada para aterro sanitário.	Elaboração de um projeto de compostagem.	Curto Prazo
<u>Inclusão social de catadores:</u> Existe a associação de catadores devidamente formalizada no município que conta com 14 associados, a renda por associado em média é R\$ 650,00. Estão todos registrados no CAD Único do Governo Federal.	Elaboração de um projeto de coleta seletiva, adequado a realidade local de contar com um número adequado de catadores de materiais reaproveitáveis.	Curto Prazo
<u>Resíduos de Construção Civil:</u> O município realiza diretamente a gestão dos RCC gerados. Os RCC coletados são levados até aterro licenciado	- Elaboração de um projeto visando o beneficiamento dos RCC.	Médio Prazo
<u>Resíduos de Serviço de Saúde:</u> 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.	Revisão do contrato e elaboração de legislação que diferencie pequeno e médio gerador.	Médio Prazo
<u>Resíduos de responsabilidade dos geradores:</u> O município não tem controle de gestão sobre os resíduos de responsabilidade dos geradores. Entretanto existe previsão legal no Art. 95 do Código de Posturas municipal. 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
<u>Resíduos com logística reversa obrigatória:</u> 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 obrigações da logística reversa pelos respectivos responsáveis.	Curto Prazo
<u>Sistematização das informações:</u> Na etapa de coleta de dados verificou-se que os dados não estão sistematizados, e que parte das informações está sob controle da SEMSUR.	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 0,82 Kg/hab.dia e corresponde à taxa de geração per capita para município na faixa populacional 2, 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 p 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 coleta 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					
	2017	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) = 0,82(1,026) ⁿ	C = A*B	D = 31,9% C	E= 51,4%C	F = 16,7%C
2015	35.714	0,82	10.542,77	3.363,14	5.418,99	1.760,64
2017	36.103	0,86	11.219,09	3.578,89	5.766,61	1.873,59
2020	36.695	0,93	12.315,73	3.928,72	6.330,28	2.056,73
2025	37.708	1,06	14.388,76	4.590,02	7.395,82	2.402,92
2030	38.806	1,21	16.835,49	5.370,52	8.653,44	2.811,53
2035	40.152	1,37	19.804,81	6.317,74	10.179,67	3.307,40
2036	40.418	1,41	20.454,35	6.524,94	10.513,54	3.415,88
2037	40.683	1,44	21.123,76	6.738,48	10.857,61	3.527,67
2015/2037 (%)	17,14	75,89	100,36	100,36	100,36	100,36

Nota:

a) 0,82 corresponde à taxa de geração per capita para município na faixa populacional 2, 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) = 0,82	C = A*B	D = 31,9% C	E = 51,4% C	F = 16,7% C
2015	35.714	0,82	10.542,77	3.363,14	5.418,99	1.760,64
2017	36.103	0,82	10.657,69	3.399,80	5.478,05	1.779,83
2020	36.695	0,82	10.832,36	3.455,52	5.567,84	1.809,00
2025	37.708	0,82	11.131,40	3.550,92	5.721,54	1.858,94
2030	38.806	0,82	11.455,53	3.654,31	5.888,14	1.913,07
2035	40.152	0,82	11.852,87	3.781,07	6.092,38	1.979,43
2036	40.418	0,82	11.931,39	3.806,11	6.092,38	1.992,54
2037	40.683	0,82	12.009,62	3.831,07	6.092,38	2.005,61
2015/2037 (%)	17,14	0,00	13,91	13,91	12,43	13,91

Nota:

a) 0,82 corresponde à taxa de geração per capita para município na faixa populacional 2, 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 0,82.

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 capta 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) = 0,82(0,99) ⁿ	C = A*B	D = 31,9% C	E= 51,4%C	F = 16,7%C
2015	35.714	0,82	10.542,77	3.363,14	5.418,99	1.760,64
2017	36.103	0,80	10.445,60	3.332,15	5.369,04	1.744,41
2020	36.695	0,78	10.301,47	3.286,17	5.294,96	1.720,35
2025	37.708	0,74	10.067,04	3.211,39	5.174,46	1.681,20
2030	38.806	0,71	9.852,43	3.142,92	5.064,15	1.645,36
2035	40.152	0,67	9.694,54	3.092,56	4.983,00	1.618,99
2036	40.418	0,66	9.661,18	3.081,92	4.983,00	1.613,42
2037	40.683	0,66	9.627,28	3.071,10	4.983,00	1.607,76
2015/2037 (%)	17,14	-19,84	-8,68	-8,68	-8,05	-8,68

Nota:

a) 0,82 corresponde à taxa de geração per capita para município na faixa populacional 2, 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/m³) ^(e)	51,4 % dos RSU ^(d)	Z = 2% (2015) ; 5% (2020); 20% (2025); 40% (2030); 60% (2035)	PEA (65Kg/m³) ^(e)		PEA (65Kg/m³) ^(e)
		D = 31,9% C	E = x%*D	F = E*1000/65	G = 51,4%C	H = Z%F	I = H*1000/230		K = J*1000/230
2015	10.542,77	3.363,14	168,16	2.587,03	5.418,99	108,38	471,22	10.266,24	44.635,81
2017	11.219,09	3.578,89	178,94	2.752,99	5.766,61	115,33	501,44	10.924,81	47.499,19
2020	12.315,73	3.928,72	392,87	6.044,18	6.330,28	316,51	1.376,15	11.606,34	50.462,35
2025	14.388,76	4.590,02	1.377,00	21.184,69	7.395,82	1.479,16	6.431,15	11.532,59	50.141,71
2030	16.835,49	5.370,52	3.222,31	49.574,03	8.653,44	3.461,38	15.049,46	10.151,80	44.138,25
2035	19.804,81	6.317,74	5.054,19	77.756,74	10.179,67	6.107,80	26.555,67	8.642,82	37.577,48
2036	20.454,35	6.524,94	5.054,19	77.756,74	10.513,54	6.308,12	27.426,62	9.092,04	39.530,62
2037	21.123,76	6.738,48	5.054,19	77.756,74	10.857,61	6.514,57	28.324,21	9.555,01	41.543,50
2015/2037 (%)	100,36	100,36	2.905,63	2.905,63	100,36	5.910,87	5.910,87	-6,93	-6,93

Nota:

a) 0,82 Corresponde à taxa de geração per capita para município com faixa populacional 2 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/m³) ^(e)	51,4 % dos RSU ^(d)	Z = 2% (2015) ; 5% (2020); 20% (2025); 40% (2030); 60% (2035)	PEA (65Kg/m³) ^(e)		PEA (65Kg/m³) ^(e)
		D = 31,9% C	E = x%*D	F = E*1000/65	G = 51,4%C	H = Z%F	I = H*1000/230		K = J*1000/230
2015	10.542,77	3.363,14	168,16	2.587,03	5.418,99	108,38	471,22	10.266,24	44.635,81
2017	10.657,69	3.399,80	169,99	2.615,23	5.478,05	109,56	476,35	10.378,13	45.122,32
2020	10.832,36	3.455,52	345,55	5.316,19	5.567,84	278,39	1.210,40	10.208,42	44.384,43
2025	11.131,40	3.550,92	1.065,28	16.388,85	5.721,54	1.144,31	4.975,25	8.921,82	38.790,51
2030	11.455,53	3.654,31	2.192,59	33.732,13	5.888,14	2.355,26	10.240,25	6.907,69	30.033,41
2035	11.852,87	3.781,07	3.024,85	46.536,19	6.092,38	3.655,43	15.893,15	5.172,59	22.489,53
2036	11.931,39	3.806,11	3.024,85	46.536,19	6.132,74	3.679,64	15.998,44	5.226,90	22.725,65
2037	12.009,62	3.831,07	3.024,85	46.536,19	6.172,95	3.703,77	16.103,34	5.281,00	22.960,88
2015/2037 (%)	13,91	13,91	1.698,82	1.698,82	13,91	3.317,40	3.317,40	-48,56	-48,56

Nota:

a) 0,82 Corresponde à taxa de geração per capita para município com faixa populacional 2 considerando os municípios que utilizam balança - SNIS-RS 2014 (SNIS, 2016). Foi considerado que a taxa de geração per capita se mantém estável em 0,82.

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/m³) ^(e)	51,4 % dos RSU ^(d)	Z = 2% (2015) ; 5% (2020); 20% (2025); 40% (2030); 60% (2035)	PEA (65Kg/m³) ^(e)		PEA (65Kg/m³) ^(e)
		D = 31,9% C	E = x%*D	F = E*1000/65	G = 51,4%C	H = Z%F	I = H*1000/230		K = J*1000/230
2015	10.542,77	3.363,14	168,16	2.587,03	5.418,99	108,38	471,22	10.266,24	44.635,81
2017	10.445,60	3.332,15	166,61	2.563,19	5.369,04	107,38	466,87	10.171,61	44.224,39
2020	10.301,47	3.286,17	328,62	5.055,64	5.294,96	264,75	1.151,08	9.708,11	42.209,16
2025	10.067,04	3.211,39	963,42	14.821,78	5.174,46	1.034,89	4.499,53	8.068,73	35.081,45
2030	9.852,43	3.142,92	1.885,75	29.011,60	5.064,15	2.025,66	8.807,21	5.941,01	25.830,49
2035	9.694,54	3.092,56	2.474,05	38.062,27	4.983,00	2.989,80	12.999,12	4.230,70	18.394,35
2036	9.661,18	3.081,92	2.474,05	38.062,27	4.965,85	2.979,51	12.954,38	4.207,63	18.294,02
2037	9.627,28	3.071,10	2.474,05	38.062,27	4.948,42	2.969,05	12.908,93	4.184,18	18.192,08
2015/2037 (%)	-8,68	-8,68	1.371,27	1.371,27	-8,68	2.639,49	2.639,49	-59,24	-59,24

Nota:

a) 0,82 Corresponde à taxa de geração per capita para município com faixa populacional 2 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 nos mesmos 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 dos mesmos.

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 e Empresa terceirizada	04 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)
		Reciclando Vidas		definição da forma de operação e equipamentos necessários.
RCC	Sim	Prefeitura Municipal	01 caminhão basculante	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 caminhão baú	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 sujeidade.
	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

Crítérios 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.

Crítérios 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.

Crítérios 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
Varrição	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 terceirização do serviço para empresa privada), com entrega do material coletado para associação/cooperativa de catadores.

Serviços	Alternativas para atendimento
	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.
Transbordo	1 – Construção da Estação de Transbordo municipal. 2 – Conclusão das Estações de Transbordo do Programa ES sem Lixão e encaminhamento dos resíduos coletados para a ET do ES sem Lixão
Transporte	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.
Destinação final	1 – Destinar os RSU para aterro sanitário a ser licenciado no próprio município. 2 – Destinar os RSU para aterro sanitário a ser licenciado em outro município por meio de consórcio intermunicipal 3 – Destinar os RSU para aterro sanitário a ser licenciado por empresa terceirizada (escolha atual).
Compostagem	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). 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).
Inclusão social de catadores	1 – Inclusão social de catadores de materiais recicláveis para a etapa de educação ambiental e sensibilização da população.
Resíduos da Construção Civil (RCC)	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. 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.
Resíduos de Serviço de Saúde (RSS)	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. 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.
Resíduos de responsabilidade dos geradores	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. 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 similares aos RSU, com cobrança de taxa pública pelo serviço prestado.
Resíduos com logística reversa obrigatória	1 – Elaborar procedimento de fiscalização para avaliar o cumprimento das resoluções CONAMA que estabelecem a obrigatoriedade da logística reversa e;

Serviços	Alternativas para atendimento
	2 – Elaborar procedimentos para participação nos sistemas de logística reversa que serão estabelecidos nos novos acordos setoriais a partir da Lei 12.305/2010.

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/CPLEA.

IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos** / José Henrique Penido Monteiro [et al.]; coordenação técnica Víctor 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 consequente 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 Castelo 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 Castelo- ES.

Incremento da área impermeável (m²), por distrito no Município de Castelo, em relação ao ano base						
Intervalo de tempo (anos)	Distrito Sede	Distrito Estrela do Norte	Distrito de Monte Pio	Distrito de Patrimônio do Ouro	Distrito de Limoeiro	Município de Castelo
0	-	-	-	-	-	-
1	9644,8	56,3	58,5	18,4	39,6	9817,6
2	21218,7	123,8	128,7	40,6	87,1	21598,8
3	32792,5	191,3	198,9	62,7	134,6	33380,0
4	42437,3	247,5	257,4	81,2	174,2	43197,7
5	54011,2	315,0	327,6	103,3	221,8	54978,8
6	65585,0	382,5	397,8	125,5	269,3	66760,0
7	77158,8	450,0	468,0	147,6	316,8	78541,2
8	88732,6	517,5	538,2	169,7	364,3	90322,4
9	100306,4	585,0	608,4	191,9	411,8	102103,6
10	111880,3	652,5	678,6	214,0	459,4	113884,7
11	125383,1	731,3	760,5	239,9	514,8	127629,5
12	136956,9	798,8	830,7	262,0	562,3	139410,6
13	148530,7	866,3	900,9	284,1	609,8	151191,8
14	163962,5	956,3	994,5	313,7	673,2	166900,1
15	179394,2	1046,3	1088,1	343,2	736,6	182608,3
16	192897,0	1125,0	1170,0	369,0	792,0	196353,0
17	208328,8	1215,0	1263,6	398,5	855,4	212061,2
18	223760,5	1305,0	1357,2	428,0	918,7	227769,5
19	239192,3	1395,0	1450,8	457,6	982,1	243477,7
20	252695,1	1473,8	1532,7	483,4	1037,5	257222,4

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, uma vez que para bacias hidrográficas maiores, o incremento estimado de áreas impermeabilizadas deverá ser ínfimo em relação a área total da bacia.

Para Castelo todos os perímetros estão próximos a rios de bacias hidrográficas grandes, com uso e ocupação do solo predominantemente rural e com boa cobertura florestal, o que levará a impactos pequenos nas ocorrências de inundações já existentes.

Sendo assim, visto que a maior parte das perturbações causadas por inundações estão relacionadas a presença de ocupações às margens dos rios, deve o Município 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 microdrenagem, 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, aos moldes do Plano Diretor de Águas Pluviais (PDAP) já realizado para a Sede do Município, dificultam a avaliação dos reais motivos das ocorrências de inundações e alagamentos para os demais distritos, 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 Castelo.

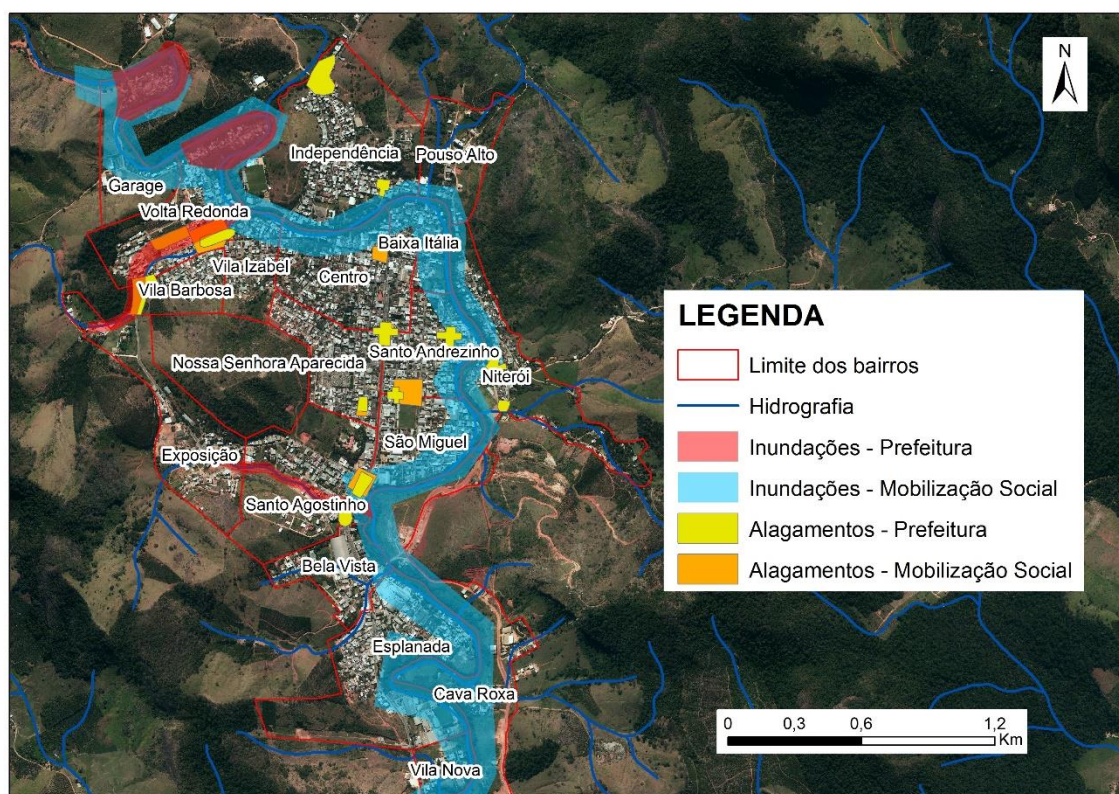
Distrito	Perímetro urbano/ Comunidade	Problemas apontados no diagnóstico	Prognóstico
Sede	Sede	Incremento da área urbana no exutório do Rio Caxixe no Rio Castelo ao norte do bairro Volta Redonda	Tendência de aumento das situações de inundação devido à ocupação indevida do leito de inundação do Rio.
		Incremento de área urbana no bairro Aracuí	Tendência de aumento da frequência de inundações rápidas das residências situadas no leito de inundação de um afluente do Rio Castelo e do mesmo devido à topografia e à ocupação, além do agravamento das situações de alagamento da região.
		Inundações/alagamentos ao sul do bairro Volta Redonda	Tendência de agravamento da situação devido à topografia da região e à ocupação indevida, caso não haja melhoria do sistema de drenagem, com permanência da dificuldade de acesso a aparelhos públicos (CEIM Professora Abigail Silva de Andrade)
		Inundação às margens do Rio Castelo no Bairro Garage	Tendência de agravamento das inundações se houver a continuidade de ocupações irregulares no leito do Rio Castelo, e permanência da dificuldade de acesso a aparelhos públicos (EMEI Colmar Rocha).
		Inundação às margens do Rio Castelo e de um afluente do mesmo no Bairro Santo Agostinho e problemas de alagamento na região	Tendência de agravamento das inundações/alagamentos caso não haja reestruturação das redes de drenagem da região e também devido à ocupação das margens do Rio Castelo e à topografia da região.
		Inundação/Alagamento no bairro Niterói próximo ao Rio Castelo	Possível agravamento da situação caso ocorra a expansão de ocupações irregulares no leito do Rio Castelo, e devido a topografia da região.
		Inundação do Rio Castelo no bairro Pouso Alto	Tendência de permanência na dificuldade de acesso a equipamentos públicos (Delegacia da Polícia Civil) durante inundações devido a existência de ocupações indevidas no leito do Rio Castelo.

Distrito	Perímetro urbano/ Comunidade	Problemas apontados no diagnóstico	Prognóstico
		Alagamento no bairro Independência (Entroncamento entre a Rua Alcino Rangel com a Rodovia Pedro Cola)	Propensão de continuidade do problema diagnosticado devido a topografia da região e caso haja crescimento com ocupações sem a implementação da rede de drenagem devida.
		Alagamento na Av. Nossa Senhora da Penha e Av. João Bley, bairro Centro	Tendência de continuidade da dificuldade de acesso a vários locais caso não seja feita a manutenção/redimensionamento da rede de drenagem.
		Alagamento na rua Edmar Dias da Silva, bairro Santo Andrezinho	Tendência de continuidade/agravamento da situação caso não seja feita a manutenção/redimensionamento da rede de drenagem.
		Ponte situada na Rodovia Vereador M. Travaglia, Rua Ana Rangel, Rua Moura e Lucidio Martins (Rio Castelo) e Ponte na Estrada para Córrego da Areia (Rio Caxixe) apresentam seções hidráulicas menores que as seções naturais do Rio Castelo	Tendência de agravamento da situação diagnosticada caso não sejam realizadas as obras propostas pelo PDAP (2012)
	Comunidade Fazenda do Centro	Inundação por pouca intensidade de chuva na Fazenda do Centro, sentido rodovia Pedro Cola.	Propensão a continuidade do problema por causas naturais
Monte Pio	Comunidade Fazenda da Prata	Inundação na Fazenda da Prata por pouca intensidade de chuva	Propensão a continuidade do problema por causas naturais.
Estrela do Norte	Estrela do Norte	Inundação da parte urbana da comunidade trazendo sérios prejuízos a população durante os períodos de cheia do Ribeirão Estrela do Norte, como observado em dezembro de 2016.	Continuidade do problema diagnosticado devido a topografia da região e as ocupações locais em áreas de inundação.
Patrimônio do Ouro, Limoeiro	-	Não foram diagnosticados problemas de alagamentos ou inundações	Os distritos deverão continuar sem problemas de alagamento e inundação caso sejam respeitadas as legislações vigentes de ordenamento urbano.

Fonte: Autoria própria.

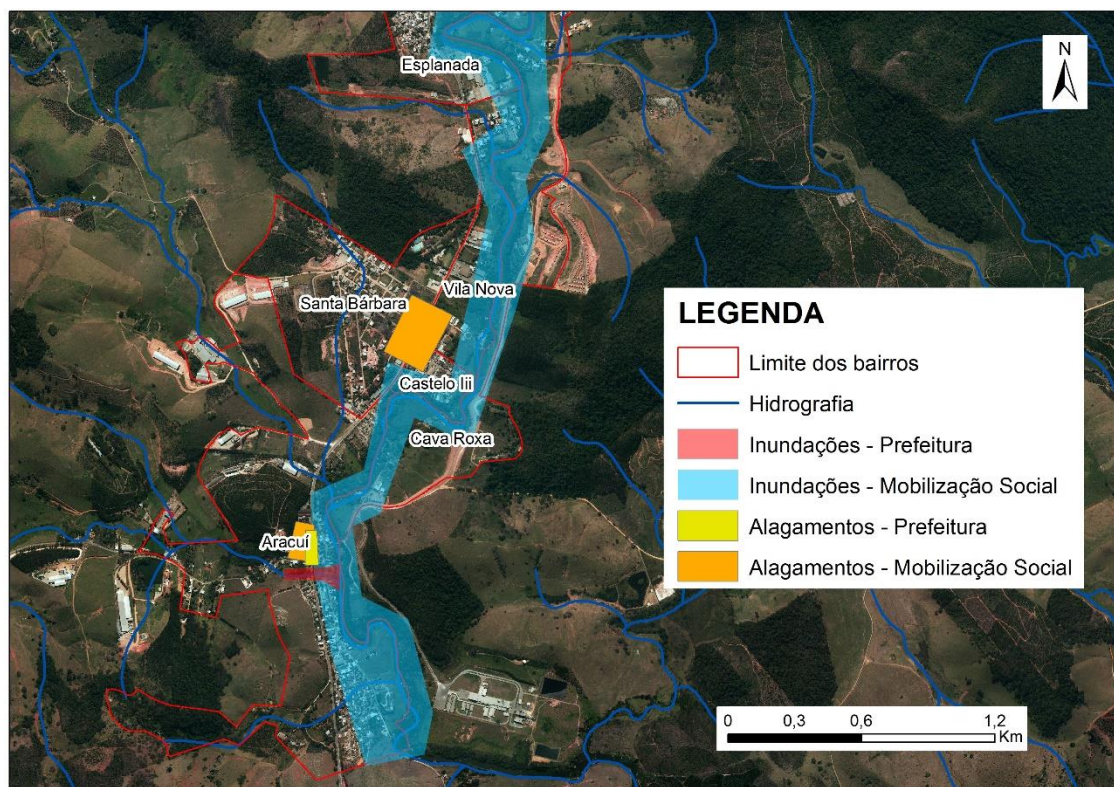
As Figuras 11-1 e 11-2 abaixo apresentam a espacialização dos pontos de alagamento e inundação levantados pela prefeitura durante a etapa de coleta de dados de campo, bem como as áreas de alagamento e inundação citadas na Mobilização Social, e que foram analisadas neste prognóstico.

Figura 11-1 – Áreas de alagamento e inundações levantadas tanto pela prefeitura como pela Mobilização Social para a Sede, parte 1.



Fonte: Adaptado de Geobases (2017).

Figura 11-2 - Áreas de alagamento e inundações levantadas tanto pela prefeitura como pela Mobilização Social para a Sede, parte 2.



Fonte: Adaptado de Geobases (2017).

11.1.1 Estabelecimento de diretrizes para o controle de escoamentos na fonte

O controle do escoamento na fonte implementa procedimentos visando 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 do Município de Castelo (Lei nº 002/2007), para garantia da permeabilidade do solo, estabelece que 15% (quinze por cento) da área do lote situado em zonas residenciais deve ficar livre de pavimentação. Sendo que nos lotes situados em Zonas de Ocupação Restrita a taxa de permeabilidade será de 20% (vinte por cento).

Durante a elaboração do Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do Município de Castelo foram discutidas medidas não estruturais para as bacias dos Rios Castelo e Caxixe, as quais foram recomendadas para garantir a efetividade das medidas estruturais previstas no Plano. As medidas não estruturais foram divididas em quatro grupos: de controle ambiental; de ordenamento territorial; de estruturação institucional e de controle da drenagem urbana.

Segundo PDAP, as bacias dos Rios Castelo e Caxixe apresentam muitas áreas de pastagens, com algumas regiões de plantio de culturas perenes e café recortadas por um bom número de estradas vicinais. Além disso, apresentam uma área preservada bastante recortada. Na simulação do cenário de uso do solo futuro da bacia, presente no Volume I do PDAP, foi considerado que todos esses maciços florestais serão preservados. Aliado ao fato de serem consideradas áreas protegidas pelo Código Florestal Brasileiro, a preservação dessas áreas florestais remanescentes é importante para manter os sítios de infiltração nas bacias supracitadas, no intuito de reduzir o escoamento superficial e a ocorrência de inundações.

Dessa forma, como medida de controle ambiental o PDAP recomenda que todos os maciços florestais existentes nas bacias dos Rios Castelo e Caxixe, dentro do

perímetro urbano e à montante da Sede, sejam considerados Macrozonas de Preservação Ambiental, definidas e inseridas no Plano Diretor Municipal de Castelo. Além disso, também se recomenda a recuperação de áreas desmatadas, sobretudo aquelas definidas pela Lei 12.651 de 2012 como APP.

Para que a área sob cobertura vegetal seja preservada ou ampliada, é importante que o poder público ofereça incentivos aos proprietários dessas áreas. Esse incentivo pode ser fomentado 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, que prevê recompensa financeira prestada ao proprietário rural ou outro facilitador na manutenção e recuperação dos serviços ambientais.

Recomenda-se dessa forma que o PSA seja aplicado nas bacias dos Rios Castelo e Caxixe, se concentrando principalmente nas áreas a montante da cidade de Castelo, de forma a incentivar a preservação de maciços florestais existentes e criação de novos.

As medidas de ordenamento territorial foram compostas pela revisão do zoneamento do Plano Diretor Municipal de Castelo, Revisão do Código Municipal de Obras e Elaboração do Código Municipal de Meio Ambiente e da Lei de Licenciamento Ambiental.

As medidas de controle da drenagem urbana incluíram 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 definidas 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 Indicação no mapa básico, do 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 intervenções 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 macrodrenagem 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.

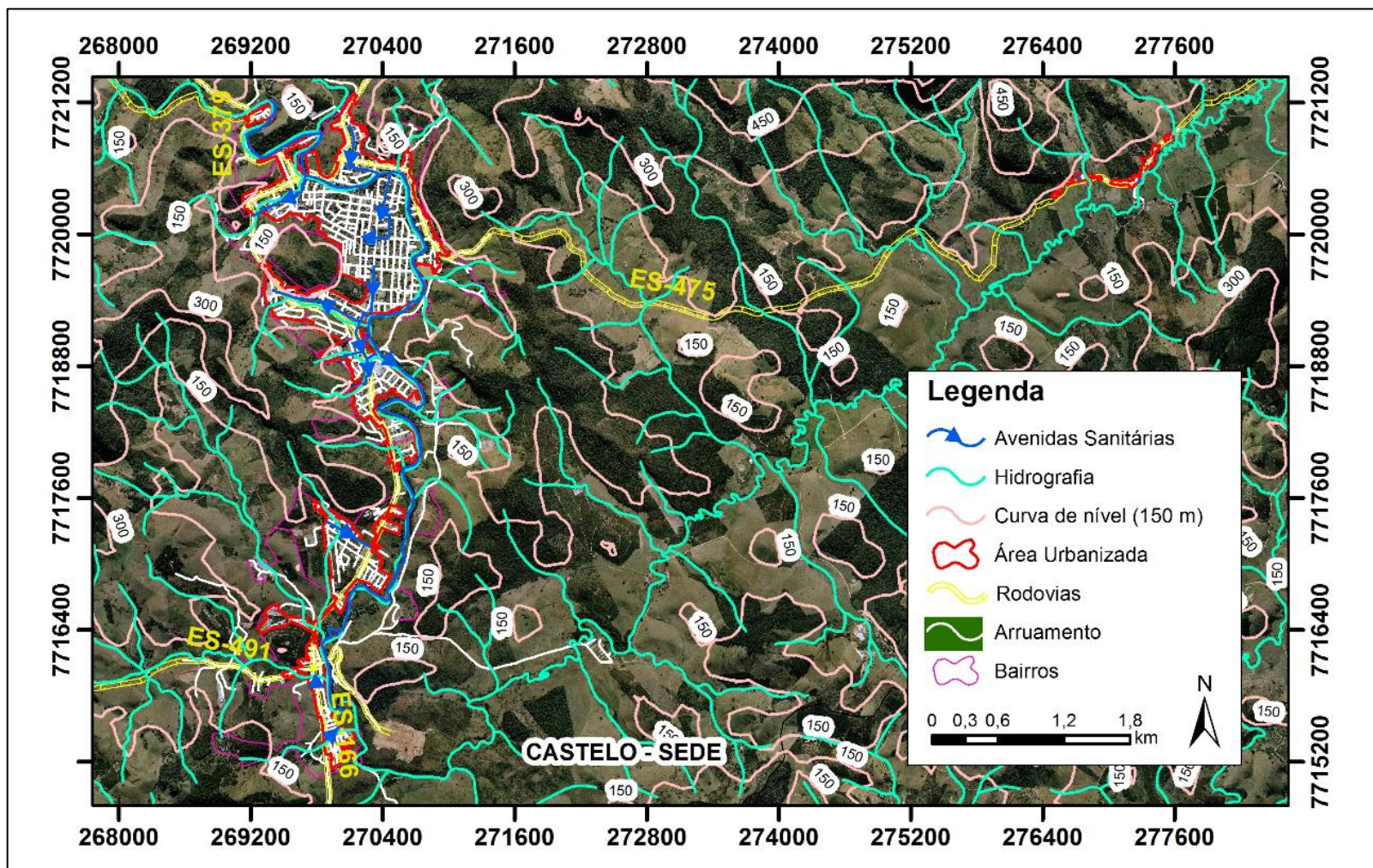
Visando estabelecer diretrizes para a proteção da vegetação nativa, do solo e dos cursos d’água incluindo os de fundo de vale, o Código Florestal Brasileiro foi atualizado (Lei nº 12.651/12), e no art. 4º, parágrafo I estabelece que em zonas rurais ou urbanas as faixas marginais de qualquer curso d’água 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 Castelo inseriu em seu Plano Diretor Municipal, que foi revisado em 2016, a promoção da proteção as áreas de APP por meio da definição destas no plano e da exigência de obediência as mesmas, principalmente para as ocupações futuras nas proximidades do curso do Rio Castelo.

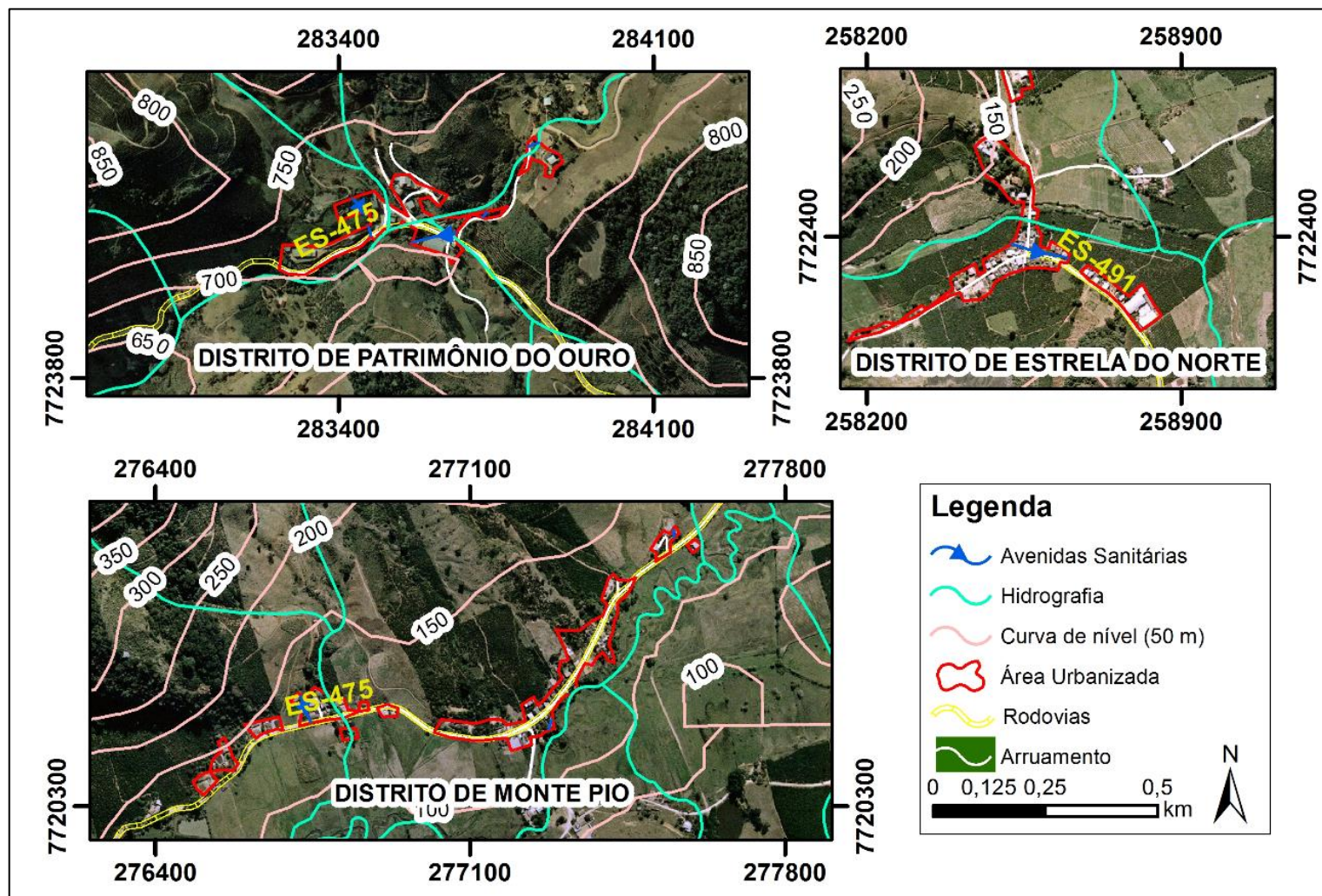
Nas Figuras 11-3 e 11-4 observam-se as principais avenidas sanitárias, identificadas neste plano como as vias que o relevo escoar a maior parte das águas pluviais, ou seja, o próprio curso d'água, e pelas obras de macrodrenagem, quando possíveis de identificação, uma vez que o Município não possui o cadastramento de sua rede de drenagem. Também são apontadas as curvas de nível e o sentido do escoamento.

Figura 11-3 - Principais Avenidas Sanitárias do Distrito Sede.



Fonte: Autoria própria.

Figura 11-4 - Principais Avenidas Sanitárias para os perímetros urbanos de Patrimônio do Ouro, Estrela do Norte e Monte Pio.



Fonte: Autoria própria.

11.1.3 Elaboração de 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 consequente redução do escoamento superficial e erosão, recomendam-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 consequente 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 11-5 – 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 11-6 – 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, podem ser tomadas em caráter imediato, e são 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 resposta a serem realizadas para os as situações que podem ocorrer 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.	- 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	- 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.	- 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.	- 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.	- 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 de implementação imediata.

Quadro 11-4 - Medidas mitigadoras a serem implementadas no sistema de drenagem 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 dos rios.	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.

11.1.3.3 Medidas mitigadoras propostas pelo PDAP (2014)

De acordo com o PDAP (2014), que propôs algumas medidas estruturais, algumas sub-bacias urbanas apresentam problemas de drenagem devido ao sub-dimensionamento de duas galerias. Dessa forma, é necessário o redimensionamento conforme valores apresentados na Tabela 11-2.

Tabela 11-2 - Dimensionamento das estruturas de drenagem de sub bacias.

Sub bacia	Estrutura	Diâmetro (m)	Extensão (m)
13	BDTC*	1,0	656
21	BSTC**	1,2	989

*BDTC: Bueiro Duplo Tubular de Concreto.

** BSTC: Bueiro Simples Tubular de Concreto.

Fonte: PDAP (2014).

As ações estruturais propostas pelo PDAP (2014) compreenderam: a dragagem/derrocagem do Rio Castelo; desapropriações em pontos específicos e demolição/reconstrução de duas pontes sobre o Rio supracitado.

A priorização das ações não estruturais para o Município, segundo o PDAP, são:

1. Manutenção do sistema de drenagem do Município de Castelo.
2. Revisão do Zoneamento do Plano Diretor Municipal de Castelo.
3. Conservação e recuperação de maciços arbóreos nas sub bacias dos Rios Castelo e Caxixe.
4. Implementação de práticas de conservação de água e solo nas áreas agrícolas, de pastagens e nas estradas vicinais das bacias do Rios Castelo e Caxixe.
5. Revisão do Código Municipal de Obras.
6. Elaboração do Código Municipal de Meio Ambiente e da Lei de Licenciamento Ambiental.
7. Instituição da Lei de Estrutura Administrativa da Prefeitura Municipal de Castelo em consonância com a atual gestão Municipal.
8. Reestruturação da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil.
9. Criação de uma Secretaria de Planejamento Urbano e Habitação.
10. Reestruturação da Secretaria Municipal de Assistência Social.
11. Implementação e fortalecimento das ações com vistas ao planejamento urbano, a infraestrutura urbana e a provisão de habitação de interesse social.
12. Fortalecimento do Sistema de Gestão Participativa.
13. Implantação do sistema de monitoramento hidrológico da bacia dos Rios Castelo e Caxixe.

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 11.445/2007: 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, pode-se elencar como alternativa de atendimento à comunidade:

- - A aquisição de cadastro do sistema de drenagem e informação planialtimétrica que permita a delimitação das sub-bacias urbanas para todo o Município;
- - Elaboração de Plano Diretor de Águas Pluviais para as regiões ainda não contempladas, contendo minimamente:
 - Modelagem hidrológica e dimensionamento hidráulico da macrodrenagem das sub-bacias urbanas;
 - Indicações de 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;
 - Cronograma de implantação das alternativas.

Ainda, com base nas medidas mitigadoras têm-se ações estruturais e não estruturais elencadas com 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, como medidas de alternativas ao atendimento das demandas temos medidas estruturais avaliadas e desenvolvidas pelo PDAP que foram estudos específicos para projetos técnicos de reestruturação das redes de drenagem em áreas com problemas.

Complementarmente 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 a atualização do 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 lixo 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
Realizar dragagem/derrocagem dos trechos e quando necessário, demolição/reconstrução das pontes e desapropriação das áreas, conforme PDAP	Médio
Redimensionar as macrodrenagens conforme proposto pelo PDAP	Médio
Desenvolvimento de um PDAP para o Município com a revisão do PDAP da Sede	Longo

Fonte: Autoria própria.

11.3 AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS

O município de Castelo possui Plano de Contingência para otimizar as atividades de resposta a emergências, orientando as ações de preparação e resposta a cenários de risco, caso um evento adverso venha a ocorrer.

As principais medidas não estruturais, preventivas para eventos de emergência são: previsão e alerta de inundação e zoneamento das áreas de risco de inundação.

O zoneamento das áreas com risco de inundação e de deslizamentos foram levantadas pela Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Castelo, e são apresentadas no Plano de Contingência.

Entretanto o sistema de previsão e alerta foi citado mas sem evidenciar a forma em que deverão ocorrer, o que poderá ser complementado pelas diretrizes abaixo:

- **Sistema de previsão e alerta de inundações;**

De acordo com TUCCI (2005) o sistema de previsão e alerta tem o objetivo de se antecipar à ocorrência da inundação, alertando a população e tomando as medidas necessárias para reduzir os prejuízos que sejam resultantes da inundação.

De acordo com Barbosa (2006) uma maior conscientização da comunidade e um sistema de alerta, monitorado de maneira precisa, são determinantes na adoção de medidas preventivas. O conhecimento desse sistema pela população é importante, visto que pode reduzir os prejuízos causados pelas inundações. A Figura 11-7 apresenta, de forma esquemática, uma rede de monitoramento e previsão de alerta.

Figura 11-7 - Estrutura esquemática de uma rede de monitoramento e previsão de alerta.



Fonte: Barbosa (2006).

O sistema de previsão e alerta em tempo real envolve: um Sistema de coleta e transmissão de informações hidrológicas e do tempo (Monitoramento por rede

telemétrica, satélite ou radar e transmissão dessas informações para o centro de previsão); um Centro de Previsão, responsável pela recepção e processamento de informações e por modelo de previsão, avaliação e alerta; e a Defesa Civil, responsável por alertar os sistemas públicos e a população que mora em locais de risco, além da remoção e proteção à população atingida durante a situação de emergência.

O Espírito Santo possui o Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil – PEPDEC (2015), que visa delinear as ações de prevenção, preparação e resposta para a minimização de efeitos desastrosos no Estado, estabelecendo nesse sentido, as atribuições de cada uma das instituições estaduais que compõem o Comitê Estadual de Combate às Adversidades Climáticas.

De acordo com PEPDEC (2015), a Defesa Civil Estadual conta com duas fontes de informações meteorológicas: o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) e o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN).

O Sistema de Informações Meteorológicas do INCAPER concentra informações das instituições públicas que atuam com meteorologia e recursos hídricos no Estado. A função deste Sistema é monitorar as condições do tempo e do clima, realizar previsão do tempo e alertas meteorológicos e monitorar os recursos hídricos no Estado, fornecendo subsídios para a tomada de decisão dos órgãos governamentais e não governamentais. As informações sobre o Sistema de Informações Meteorológicas são publicadas na internet através do site: <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/>.

Para consolidação do Sistema Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, o CEMADEN foi criado com o objetivo de implementar, complementar e consolidar a rede de instrumentos meteorológicos, hidrológicos e geotécnicos para monitoramento ambiental.

O Município de Castelo criou em 2004 a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Castelo (COMDCCA) pela lei nº 2.205 de 2004, e esta recebe, por e-mail, as Informações Meteorológicas (granizo, chuvas intensas e vendaval) da Defesa Civil Estadual. Desse modo, os coordenadores e agentes da Defesa Civil Municipal

devem ficar atentos a essas informações para repassarem à população em tempo necessário para as mesmas se precaverem.

O Quadro 11-6 traz uma sugestão de medidas a serem adotadas para determinados tipos de ocorrência, o que deverá ser discutido pela defesa civil municipal e inserido na revisão do Plano de Contingência como diretrizes de resposta a eventos.

Quadro 11-6 – Medidas a serem tomadas para determinados tipos de ocorrência.

Situações de Emergência/Contingência	Plano de Ação para Mitigação	Órgão Responsável
Ações preventivas	- Comunicar aos responsáveis pelos imóveis situados em áreas alagáveis ou inundáveis, através de informativos com coleta de assinaturas, da necessidade ações em seu imóvel para diminuir possíveis perdas econômicas; - Apoiar a capacitação dos agentes da Defesa Civil Municipal; - Monitorar a emissão dos alertas dos serviços meteorológicos do INCAPER visando convocar as equipes; - Promover a revisão de recursos disponíveis junto aos Órgãos Municipais, Estaduais etc., através de check-list dos equipamentos, materiais, recursos humanos e programas sociais; - Criar parcerias com os meios de comunicação (Rádios, Jornais e Televisão), visando informar sobre ações de prevenir e para minimizar danos devido às inundações e tempestades;	Prefeitura – secretarias de Obras e Serviços Urbanos e de Assistência Social/Defesa Civil Municipal
Ações em estado de alerta	- Atividades de socorro às populações em risco; - Acionar técnico responsável para verificar a existência de risco a população (danos a edificações, vias, risco de propagação de doenças, etc.). - Assistência aos habitantes atingidos (remoção para abrigos provisórios); - Restabelecimento da moral da população atingida e reabilitação de cenários; - Desinfecção, desinfestação, descontaminação;	Prefeitura – secretarias de Obras e Serviços Urbanos e de Assistência Social/Defesa Civil Municipal
Ações de resposta	- Contatar coordenadoria estadual da Defesa Civil – CEDEC; - Identificar as áreas atingidas; - Acionar as equipes de socorro; - Verificar quais as vias de acesso e evacuar as áreas de risco; - Manter todos informados quanto aos riscos através dos possíveis meios de comunicação; - Equipar e organizar os abrigos para receber a população vitimada pelas enchentes; - Busca e salvamento das vítimas; - Atendimento hospitalar - Divulgação para a imprensa quanto à situação do desastre e suas consequências; - Vigilância sanitária para monitoramento quanto às epidemias;	Prefeitura – Secretarias de Obras e Serviços Urbanos, de Assistência Social e de Saúde/Defesa Civil Municipal

Situações de Emergência/Contingência	Plano de Ação para Mitigação	Órgão Responsável
	- Propor soluções para a resolução das situações, com a participação da população e conscientizando a mesma sobre a importância de se preservar o sistema de drenagem.	
Ações de reconstrução	- Reconstrução de estruturas (pontes, estradas, etc.) e serviços públicos essenciais; - Relocação da população e construção de moradias seguras e baixo custo para população de baixa renda; - Ordenação de espaço urbano; - Avaliação dos danos e elaboração dos laudos técnicos; - Mobilização das brigadas ou equipes de demolição e remoção dos escombros; - Serviços essenciais: energia elétrica, água potável, comunicação, rede de esgoto, coleta de lixo, suprimento de alimentos, combustível e etc.	Prefeitura - Secretarias de Obras e Serviços Urbanos e de Assistência Social/Defesa Civil Municipal
CrITÉRIOS e Condições de Acionamento	O Plano de Contingência deverá ser divulgado para a comunidade através de palestras e reuniões nas associações de moradores e nas escolas próximo as áreas de riscos. Nestas reuniões os moradores serão orientados, para, em caso de desastres, informar a Prefeitura Municipal ou Defesa Civil Municipal, onde será feita a avaliação para tomada de providências, acionando os demais setores envolvidos. O Plano deverá ser monitorizado pelos alertas dos serviços meteorológicos do INCAPER.	Prefeitura/Defesa Civil Municipal.

Fonte: Autoria própria.

11.4 OBJETIVOS E METAS PRETENDIDAS COM A IMPLANTAÇÃO DO PMSB

Como objetivos e metas relativos aos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais, para atendimento das carências existentes, temos conforme o Quadro 11-7.

Quadro 11-7 - Objetivos e metas dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais.

Objetivo	Metas		
	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Ordenament o das ocupações urbanas e fiscalização da rede de drenagem	Designação de um fiscal para a rede de drenagem para realizar funções como verificar a existência de obstruções e entupimentos, ocupações de áreas impróprias dentro outras questões.		

Objetivo	Metas		
	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
	Designação de fiscal para avaliação dos projetos de drenagem a serem implantados.		
Especialização da gestão do eixo drenagem	Responder anualmente o questionário do SNIS com o maior número de dados possíveis a respeito da drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Desenvolver relatórios a respeito das atividades de manutenção realizadas na rede de drenagem.	Planejamento prévio das ações de manutenção e manejo das águas urbanas, além da continuidade de resposta as demandas. Desenvolvimento e alimentação de um banco de dados a respeito das operações de manutenção e execução de obras de drenagem.	Base de dados implementada, gerida por funcionário específico, continuamente alimentada por informações das diversas secretarias (gestão integrada) a respeito de todos os dados julgados pertinentes sobre drenagem de águas pluviais no Município. Inclusão no banco de dados do cadastro qualitativo da rede, e dos registros de manutenções realizadas.
Manutenção das redes de drenagem	Registrar as ações de manutenção realizadas nas redes de drenagem, com inclusão da extensão de rede atendida.	Registrar as ações de manutenção realizadas nas redes de drenagem, com inclusão da extensão de rede atendida. Inclusão, junto com os registros antigos, no banco de dados.	Registro das ações com os respectivos arquivamentos no banco de dados de drenagem.
Levantamento o qualitativo da rede de drenagem municipal	Levantamento das redes de 1000 mm de diâmetro ou superiores, e galerias retangulares.	Levantamento das redes de drenagem de 600 a 800 mm de diâmetro	Levantamento das redes inferiores a 600 mm de diâmetro
Realizar obras propostas pelo PDAP	Desapropriação de uma área residencial a montante do trecho de dragagem/derrocagem na divisa entre o bairro Cava Roxa com São Miguel, Santo Agostinho, Bela Vista e Esplanada, que se faz necessária para dar início às obras de alargamento das margens do Rio Castelo.	Dragagem/Derrocagem na divisa entre o bairro Cava Roxa com São Miguel, Santo Agostinho, Bela Vista e Esplanada. Retirada das ilhas de terra e alargamento das margens do Rio Castelo com a demolição e reconstrução da ponte da estrada da Rodovia do Contorno com 65 m de comprimento.	Dragagem/Derrocagem na divisa entre os bairros Centro e Independência. Demolição/Reconstrução da ponte Constantino J. Vieira. Planejamento e início da execução das próximas ações de dragagem/derrocagem propostas pelo PDAP (Na divisa com os bairros Volta Redonda e Independência e no entorno do Bairro Garage).
Reestruturação das		Licitação e obra da macrodrenagem com	Licitação e obra da macrodrenagem com

Objetivo	Metas		
	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
macro drenagens propostas pelo PDAP		estrutura de BSTC, extensão de 989 m, com diâmetro de 1,2 m, na sub-bacia 21.	estrutura de BDTC, extensão de 656 m, com diâmetro de 1m, na sub-bacia 13.
Elaboração de um Plano de Águas Pluviais (PDAP) para todo o Município			Licitação para o estudo de um PDAP para o Município

Fonte: Autoria própria.

11.5 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.

PDM – Plano Diretor Municipal. **Lei Complementar nº 002/2007. Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Castelo e dá outras providências**. Prefeitura Municipal. ES. 2007.

PREFEITURA DE CASTELO. **Lei nº 2.205/2004 – Cria a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) do Município de Castelo-ES e dá outras providências**.

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.

ZEMLYA e AVANTEC. **PDAP - Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do Município de Castelo** - Volume I: Diagnóstico e Prognóstico de Inundações. Espírito Santo, 2014. Secretaria de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano – SEDURB, 2014.

ZEMLYA e AVANTEC. **PDAP - Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais de Castelo** - Volume II: Planos de Intervenções Estruturais e não Estruturais. Espírito Santo, 2014. Secretaria de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano – SEDURB, 2014.

ZEMLYA e AVANTEC. **PMRR – Programa Municipal de Redução de Riscos**: Castelo. Espírito Santo, 2014. Secretaria de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano – SEDURB, 2014.

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:

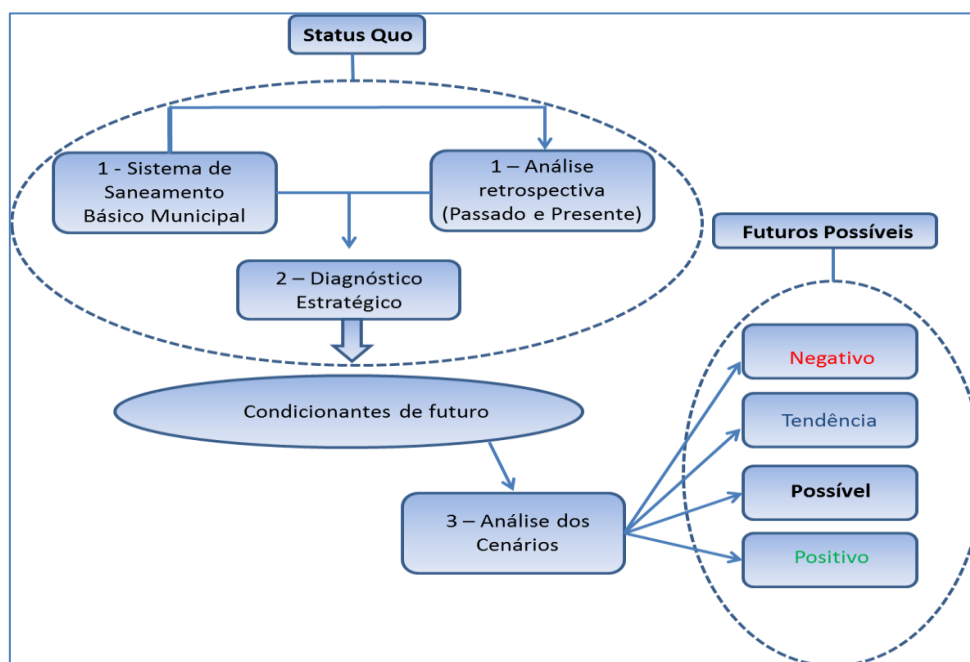
- a) Sistematização dos diagnósticos separadamente para cada eixo que compõe o saneamento básico, identificando dentro de determinadas categorias os problemas, os desafios, os avanços e as oportunidades. As categorias consideradas foram: Meio ambiente; Socioeconômica; Operacional; Atendimento ao Usuário; 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;

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 Castelo, 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. Proteger, preservar e monitorar todos os mananciais (córregos, nascentes, rios, poços).
		2. Uso de agrotóxico sem critério técnico, apesar da fiscalização do IDAF
		3. Reduzir lançamento irregular de carga poluidora por indústrias de mineração (extração de granito), agroindústrias e populações urbanas no corpo hídrico de abastecimento.
		4. Reduzir o consumo per capita no município.
		5. Incentivar o reflorestamento e recuperação da mata ciliar.
	Avanços e Potencialidades	1. Fiscalização do IDAF quanto ao uso de agrotóxicos.
Socioeconômico	Problemas e Desafios	1. Ocupações irregulares próximas aos locais de captação de água para abastecimento.
		2. Ocorrência de doenças do trato intestinal em algumas regiões
	Avanços e Potencialidades	1. Programas de Educação Ambiental.
Operacional	Problemas e Desafios	1. Cadastrar todos os poços coletivos e individuais: identificação, vazão, população abastecida, prazo de funcionamento e qualidade da água.
		2. Atender 100% do município (população urbana e rural).
		3. Fornecer manutenção e monitoramento em poços de captação em regiões onde não são abastecidas pela CESAN.
		4. Melhorar na frequência e regularidade do abastecimento de água nos distritos onde a situação é agravante.
		5. Ampliação da rede de abastecimento de água na divisa do distrito Conduru e de Cachoeiro de Itapemirim.
	Avanços e Potencialidades	1. Presença de cercas em volta de nascentes, a fim de melhorar a qualidade da água nas regiões sem o sistema de abastecimento de água.
		2. ETAs Caju e Estrela do Norte implantadas pelo projeto Pró-Rural com mecanismos mais econômicos e simples para serem operadas pela comunidade.
Atendimento ao Usuário	Problemas e Desafios	1. Ampliar o atendimento do serviço de abastecimento de água para as regiões rurais
	Avanços e Potencialidades	1. CESAN possui canal aberto e direto de atendimento aos usuários.
		2. Atendimento de 100% da população na Sede do município.

Diretrizes	Condicionantes	
Financeiro	Avanços e Potencialidades	1. Investimentos em abastecimento de água.
Institucional	Problemas e Desafios	1. Necessidade de criar um Plano Diretor de Abastecimento de Água.

Fonte: Autoria própria.

O Diagnóstico compreende o levantamento da situação e descrição do estado atual do sistema de abastecimento de água do Município de Castelo, 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 Castelo é operado pela CESAN - Companhia Espírito Santense de Saneamento, que atende tanto a Sede quanto os distritos do município. No entanto, há algumas pequenas localidades onde não há abastecimento de água feito pela CESAN. Nesses locais não atendidos pela CESAN, 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 SAA Castelo Sede é relativamente antigo, entrou em operação em 1967 e é composto por: captação, oito boosters, estação de tratamento e três reservatórios.

O SAA de Castelo é abastecido por manancial superficial pertencente à bacia hidrográfica do rio Itapemirim. A captação da Sede é feita no rio Caxixe em um ponto que foi desviado com um barramento para favorecer o volume acumulado para a vazão de consumo da população abastecida.

O abastecimento de água para Castelo é feito através de captações em mananciais de superfície e poços artesianos. O abastecimento através apenas da captação superficial sem a utilização de barramento, se apresenta como inviável pela vazão natural do manancial que não atenderia a demanda necessária de consumo do sistema.

Segundo dados da CESAN, a tomada de água da Sede do município é feita de forma indireta no manancial de superfície, através de barramento. A demanda de consumo de água da população não pode ser suprida pela vazão natural do rio Caxixe. Para que não houvesse problemas com o desabastecimento criou-se então um pequeno desvio e um barramento em um ponto específico do manancial para que seu volume sempre estivesse regularizado. Esta é a única captação direta por manancial do SAA de Castelo. Para o abastecimento da Sede do município o SAA foi projetado para uma vazão de 82 L/s, embora haja outorga de captação de até 87.1L/s.

Acerca da adutora de água Bruta para abastecer a Sede de Castelo, são formadas por uma adutora de 6300m de extensão com diâmetros variando entre 250 e 300mm, sendo 3300m com 250mm de diâmetro e 3000m com 300mm. Todo o material da adutora de água bruta é de ferro fundido.

Na Estação de Tratamento de Água (ETA) – Sede, operada pela CESAN, possui sistema de tratamento convencional, onde a água bruta é levada a ETA por gravidade, e após as etapas de tratamento, é reservada, e então distribuída à população em conformidade com as exigências da Portaria nº 2.914/2011. Já as estações de tratamento dos distritos de Caju e Estrela do Norte, são operadas pelo Pró- Rural.

A ETA Sede é do tipo convencional completa, em estrutura de concreto armado. Sua atual capacidade de tratamento é de 82,00 L/s, atualmente com vazão de operação de 70,36 L/s. Não foi informado, o tempo de funcionamento da ETA. A Figura 10-10 a seguir apresenta imagens da ETA Sede. A ETA Castelo Sede está em bom estado de conservação, a mesma está cercada, o laboratório organizado, pinturas recentes, e guarda corpo instalados.

A CESAN em Castelo Sede possui três reservatórios, todos eles localizados na área da ETA, sendo 02 reservatórios de 800m³ cada e um reservatório de 730m³, totalizando uma capacidade de reservação de 2 330 m³. Os reservatórios atendem satisfatoriamente a demanda da população que o sistema atende, e por estarem dentro da área da ETA estão em constante cuidado e manutenção da CESAN.

O sistema de abastecimento de água tratada de Castelo Sede possui atualmente 8 Boosters localizados na rede de distribuição. São eles Bela Vista, Esplanada,

Santa Mônica, Vila Barbosa, Requieri, Nossa Senhora Aparecida, Santo Agostinho e Boa Fé. . Não há informações passadas a esta equipe sobre as características técnicas de cada um dos boosters.

Atualmente o sistema de distribuição de água de Castelo possui aproximadamente 85 km de rede de distribuição no distrito Sede. (CESAN, 2016). Os comprimentos de rede de distribuição de água para cada diâmetro adotado no distrito Sede estão apresentados no quadro a seguir de acordo com informações fornecidas pela empresa responsável pelo sistema de abastecimento (CESAN, 2016). No distrito Sede a rede possui diâmetro de até 300 mm, sendo que pouco mais de 50% dela possui diâmetro de 50 mm.

O SNIS apresenta para o ano de 2014, um consumo per capita para o município de Castelo de 202,54 L/hab.dia.

Segundo os dados da CESAN, no ano de 2015 o serviço de abastecimento de água atendeu a 100% da população da Sede de Castelo. Dessa forma, no mesmo ano apresenta que a cobertura disponível é de 100%. 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 (CESAN, 2016). Isso significa que toda a população é alcançada pelo serviço de abastecimento de água, e fez a ligação ao sistema.

Em reunião com a comunidade, foi relatado que não existem problemas de irregularidade no fornecimento de água no município nas áreas atendidas pelo sistema de abastecimento de água.

Durante a reunião de mobilização social com a população, foi relatado que a água distribuída pela autarquia apresenta uma boa qualidade, aparentemente, porém em alguns pontos como na Sede do município existe a ocorrência de doenças do trato intestinal (relato pessoal – Rua Dalton Santos, Bairro Niterói), como diarreias e viroses, e os moradores não tem certeza em relacionar essas ocorrências a qualidade da água distribuída.

Em um Sistema de Abastecimento de Água (SAA), desde a retirada da água do rio até a chegada à casa do cliente, ocorrem perdas de água que correspondem aos volumes não contabilizados. Assim, a perda de água é a diferença entre a água que é produzida e o consumo autorizado. O índice de perdas na distribuição

fornecido pela CESAN no ano de 2015 foi de 16.43%. Já o SNIS apresentou para o ano de 2014 um índice de perdas na distribuição de 18.01%.

O índice de perdas no faturamento apresentado pela CESAN foi de 6.5% para o ano de 2015. Já o SNIS apresentou para o ano de 2014 um índice de perdas no faturamento de 1.9%. E o índice de perdas médio na produção apresentado pela CESAN no ano de 2016 até o mês de abril, foi de 6.6%.

A população residente em localidades distante da Sede do seu Município, sem acesso aos serviços de saneamento prioritários, convive com situações sanitárias críticas, devido à ausência ou precariedade de instalações adequadas para o atendimento dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, ficando sujeitas às enfermidades e óbitos (CESAN, 2016).

A CESAN atende a Sede e os distritos. Em algumas localidades não atendida, entretanto, a captação, feita diretamente de corpos hídricos, sem a interferência da CESAN, e tratamento da água bruta são de responsabilidade do Pró-Rural ou da comunidade. Devido à dificuldade da CESAN de atender toda a população do município, a principal solução encontrada foi a utilização de poços para suprir o consumo da população que não é atendida pelo sistema de abastecimento. Sendo assim, é importante a atenção das autoridades, pois sem o devido cuidado de acompanhamento de qualidade e uso restrito, essa alternativa pode causar contaminação do lençol freático e/ou disseminação de doenças relativas à contaminação da água nas comunidades que lhe fazem uso.

A ETA Caju abrange as comunidades de Caju e São Quirino, normalmente abastece cerca de 36 famílias, mas nos tempos de seca em torno de 50 casas fazem uso dessa água. A manutenção e compra do cloro fica a cargo da comunidade. A ETA Estrela do Norte conta com uma Estação Elevatória de água bruta que capta água da nascente, e abastece a ETA. A Estação de tratamento é responsável por abastecer cerca de 87 famílias, sendo organizadas pela associação de moradores locais que recolhe o dinheiro (R\$15/mês) para compra de cloro e pagamento do funcionário que faz a limpeza diária do filtro

Segundo a CESAN, no município de Castelo há o monitoramento da água distribuída da ETA Sede. As demais ETAs situadas no município que não são operadas pela CESAN não foi informado se há controle da água distribuída.

O município de Castelo está localizado da Bacia do Itapemirim. O principal rio que abastece o município de Castelo é o rio Caxixe, afluente do rio Itapemirim (AGERH-ES, 2016). A Bacia do Rio Itapemirim é uma Bacia Federal que abrange o Estado do Espírito Santo e uma pequena parte do Estado de Minas Gerais, com uma área de drenagem de 6.014 Km². Localizada entre o mar e a montanha, a Bacia do Rio Itapemirim contrasta as areias quentes de Marataízes, na foz do seu rio principal, com o clima ameno do Vale do Caparaó, em Iúna, Irupi e Ibitirama, onde estão as suas nascentes mais distantes, a 1.800m de altitude.

Importante ressaltar para a gestão dos recursos hídricos, que a Bacia do Rio Itapemirim é um dos poucos exemplos do país em que a Agência Nacional de Águas (ANA) emitiu uma nota técnica na qual reconhece que, apesar de possuir cursos d'água em dois estados (no caso Espírito Santo e Minas Gerais), a gestão dos recursos hídricos cabe a um comitê estadual.

O rio Itapemirim é de importância crucial para o desenvolvimento do sul do Estado do Espírito Santo, pois é o manancial abastecedor de várias cidades e de diversos projetos da região, mas também é o corpo receptor dos esgotos domésticos e industriais destas localidades. Por conta dessa exploração, a bacia hoje além de sofrer com a crise hídrica brasileira, se encontra deteriorada, poluída por diversos tipos de efluentes e assoreada devido a retirada de sua mata ciliar. (AGERH-ES, 2016).

No município de Castelo, a agricultura destaca-se a cultura de café arábica, tanto em quantidade como em qualidade. Sendo assim, mais precisamente na localidade de Batéia, a origem do café que representa o Brasil na World of Coffee, concurso internacional anualmente realizada em Viena, Áustria. A produção de feijão, hortaliças e frutas contribuem para geração de divisas para o município. Mais recentemente, produtores do município deram início ao cultivo de macadâmia, aliada a produção em conjunto com o café, que permite a antecipação de sua colheita (PREFEITURA DE CASTELO).

De acordo com os dados apresentados, o município apresentava um consumo médio per capita de pouco mais de 200 L/hab/dia e contava com um índice de atendimento urbano de água de quase 96%. Todo o sistema contando com 120 km de rede possuía um índice de perdas na distribuição de 14,6%. Já a perda de

faturamento, que compara o volume de água disponibilizado para ser distribuído com o volume que é faturado, mostrou índice inferior a 6,0%. Essa perda embute os volumes referentes à vazamentos existentes na rede e a tudo o que é desviado por meio de ligações clandestinas e erros de medição, entre outros fatores. A relação entre o número de ligações de águas medidas e o total de ligações de água é conhecido como índice de hidrometração, que chegou a 100% no ano de 2014.

O Plano Diretor Municipal tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais do Município, da propriedade e do uso socialmente justo e ecologicamente equilibrado de seu território, de forma a assegurar o bem-estar dos habitantes. Os princípios, diretrizes gerais e prioridades enumeradas no Plano Diretor integram o processo de planejamento e devem ser incorporados pelo Plano Plurianual, pela Lei de Diretrizes Orçamentárias e pelo Orçamento Anual. No entanto, o município de Castelo não possui plano diretor de abastecimento de água. O município de Castelo possui a Lei complementar Nº 002/2007 que institui o Plano Diretor do Município de Castelo, Estado do Espírito Santo, em consonância com o que dispõe o art. 182 da Constituição da República Federativa do Brasil, a Lei nº. 10.257, de 10 de julho de 2001 e a Lei Orgânica do Município.

Segundo dados do SNIS 2016, ano base 2014, o município possuía um sistema de abastecimento de água com índice de atendimento de 60,0% da população total. Considerando apenas a população urbana, o índice de atendimento sobe para 96,0%, o que mostra que a população rural tem menos acesso ao sistema de abastecimento. De acordo com dados da CESAN, a vazão de projeto da ETE da Sede é de 82,0 L/s e a vazão média mensal é da ordem de 67,2 L/s, o que indica um nível de utilização de 82%.

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.

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. Manter as licenças ambientais atualizadas com o órgão ambiental
Socioeconômico	Problemas e Desafios	1. Esgoto a céu aberto no Córrego da Toca, bairro Aracuí; Bairro Volta Redonda, Rua Antônio Rangel; Ponte Constantino José Vieira
		2. Expandir o serviço de coleta de esgoto nos Distritos de Aracuí e Estrela do Norte; nos bairros Pouso Alto (Rua Celsa Rosa de Oliveira), Niterói, Caxa Roxa, Aracuí (Rodovia Júlio Machado) e Independência (Rodovia Pedro Cola)
Operacional	Problemas e Desafios	1. Expandir o serviço de coleta de efluentes em todo o município
		2. Implantar sistema de tratamento de efluentes em todo o município
		3. Necessidade de readequação do projeto da ETE Sede
		4. Lançamento de efluentes industriais na rede coletora no distrito Sede
		5. Sistemas fossa séptica e filtro anaeróbio em estado precário
Atendimento ao usuário	Avanços e Potencialidades	1. CESAN possui canal aberto e direto de comunicação
Financeiro	Problemas e Desafios	1. Ampliar investimentos na adequação do esgotamento sanitário de vários bairros
Institucional	Problemas e Desafios	1. Necessidade de ampliar a fiscalização do lançamento inadequado de esgoto e agrotóxicos nos cursos d'água

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 Castelo. 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 Castelo 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 Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do município de Castelo é formado por unidades integradas de coleta, transporte e tratamento de esgoto (sistema principal), e três sistemas independentes dotados de rede coletora e unidade simplificada de tratamento, tipo fossa séptica e filtro anaeróbio, um deles já se encontra desativado e outro será desativado.

Atualmente, grande parte da rede existente realiza o lançamento de esgoto diretamente no Rio Castelo, ou passa por sistemas do tipo fossa e filtro, que são operados pela Prefeitura Municipal de Castelo. Esses sistemas fossa e filtro se encontram em estado bastante precário.

Parte do Sistema de Esgotamento Sanitário da sede de Castelo foi implantado pela CESAN em 2004, sendo composto por Rede Coletora com cerca de 5.724 ligações, 05 Estações Elevatórias de Esgoto Bruto, 01 Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), contendo 02 Reatores UASB seguido por 01 Biofiltro Aerado Submerso e, emissário de esgoto tratado.

O Distrito de Estrela do Norte possui um sistema de esgotamento sanitário que conta com uma ETE com reator anaeróbico e filtro percolador. Já os Distritos de Limoeiro, Patrimônio do Ouro, Monte Pio e Estrela do Norte não possuem sistema de esgotamento sanitário e realizam lançamento direto nos Córregos e Rios locais.

Após visitas ao município, verifica-se também a existência de ligações irregulares das residências em galerias de águas pluviais, contaminando os córregos onde estas galerias deságuam.

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), no ano de 2014, o município de Castelo possuía cerca de 50.020 metros de redes construídas. Essa extensão iniciou com valor de 49.180 metros no ano de 2010, nos anos seguintes a extensão da rede apresentou um aumento, para 50.020 metros, permanecendo até o ano de 2014.

Embora não tenha sido detalhada a existência de coletores tronco, interceptores e emissários no município de Castelo, destaca-se os fundos de vale do Rio Castelo que corta a área central da Sede e seus afluentes próximos ao perímetro urbano: Córrego Caxixe, Córrego da Toca, Córrego do Cedro.

Na região urbana do município, o IBGE estimou que em 2010 cerca de **6.068** domicílios lançavam seus efluentes domésticos por meio de rede (coletora de

esgoto ou pluvial). Isso corresponde a cerca de 54,98% dos domicílios municipais. Na Sede, este percentual é maior, pois cerca de 67,25% dos domicílios urbanos utilizam este tipo de sistema para esgotar seus dejetos, precisamente 6.044 domicílios. Já na área rural do distrito Sede, cerca de 718 domicílios foram identificados pelo Censo como usuários de esgotamento por rede, cerca de 8% do distrito. No distrito de Estrela do Norte, apenas 4,23% dos domicílios urbanos (24 domicílios) utilizavam rede, entre os domicílios rurais, esse percentual se reduz para 0,7% (4 domicílios). Em Limoeiro, foram disponibilizados dados apenas da área rural, onde 4 domicílios utilizavam este tipo de sistema para esgotar seus dejetos.

Os sistemas de tratamento de esgotos sanitários presentes no município de Castelo encontram-se no bairro Garagem, Volta, Volta Redonda e Exposição que possuem um sistema Fossa Filtro, na sede possui um sistema de Reator UASB + Biofiltro, e no distrito de Estrela do Norte possui um sistema de Fossa Filtro com Reator. Entre os distritos do município de Castelo, apenas o distrito de Limoeiro possui domicílio que faz uso de fossa séptica, correspondendo a 0,13% dos domicílios presentes na região.

A sede de Castelo possui um sistema de Reator UASB + Biofiltro, e três sistemas fossas filtro nos bairros Garagem, Volta Redonda e Exposição. A ETE está subdimensionada e limitando a capacidade de tratamento. Possui uma eficiência máxima quando se tem uma vazão de 22 L/s. A eficiência está comprometida devido ao lançamento de efluentes industriais na rede coletora.

O bairro Garagem possui um sistema fossa filtro que está localizado nas coordenadas 24 K UTM 269387.04 m E / 7721158.60 m S. No bairro Volta Redonda, possui um sistema fossa filtro com uma eficiência de 30 a 40%.

O único distrito de Castelo que possui um sistema coletivo de tratamento de esgoto é Estrela do Norte, com um sistema pró-rural de Fossa Filtro com Reator.

Considera-se soluções alternativas de esgotamento sanitário a fossa rudimentar, vala ou lançamento direto. Nos distritos Sede, Limoeiro e Monte Pio predomina o lançamento direto os quais possuem os seguintes valores, respectivamente, 820 domicílios (9,12%), 18 domicílios (2,26%) e 29 domicílios (11,69%). Já nos distritos de Estrela do Norte e Patrimônio do Ouro existem, respectivamente, 9

domicílios (1,58%) e 8 domicílios (1,84%) que fazem uso da fossa rudimentar para esgotar seus efluentes.

As ações de saneamento em áreas rurais visam reverter este quadro, promovendo também a inclusão social dos grupos sociais minoritários, mediante a implantação integrada com outras políticas públicas setoriais, tais como: saúde, habitação, igualdade racial e meio ambiente. No município de Castelo, a solução alternativa gira em torno de 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.

Um dos principais indicadores sociais e de eficiência da gestão da prestação do serviço de esgotamento sanitário é o índice de atendimento com o serviço de esgotamento sanitário. Observadas as considerações sobre este indicador, relativas ao abastecimento de água, os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) apontam para um percentual de atendimento sempre acima de 80%, chegando a 89,92%. Embora o município apresente valores significativos de cobertura, há que se atentar para a necessidade de mobilizar a população para a ligação das residências à rede e ampliar a cobertura, dessa forma o índice estará ainda mais próximo do ideal.

O indicador que mede a quantidade de esgoto coletado e tratado em relação ao esgoto gerado é uma boa medida de eficiência do prestador do serviço e de eficácia da política pública. Segundo o SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, em 2014 cerca de 21.218 habitantes da área urbana eram atendidos pelo tratamento de esgoto sanitário no município de Castelo fornecido pela CESAN, sendo que no município a população urbana era de 22.886, ou seja, 92,71% da população era atendida, 16,31% a mais do que o ano de 2010. A Tabela 11-11 apresenta esses valores referentes ao período de 2010 à 2014.

Em 2014 foram coletados, pela rede pública da CESAN, cerca de 1.129.000,00 m³ de esgoto bruto, dos quais 681.700,00 m³ eram tratados, ou seja, 66,58% do esgoto coletado foi tratado pela CESAN e pela Prefeitura Municipal de Castelo.

Segundo o SIDRA (2010), nas áreas urbanizadas do município de Castelo foram contabilizados 7.275 domicílios com acesso a instalações hidrossanitárias, seja

de uso exclusivo ou coletivo, representando cerca de 66% dos domicílios municipais. A área rural municipal, geralmente qualificada muito mais negativamente que a área urbana quanto ao déficit hidrossanitário, apresentou 0,06% dos domicílios municipais (7 domicílios) não tinha nem banheiro de uso exclusivo nem sanitário.

A Cesan realiza o monitoramento da ETE da Sede. Foi realizada uma campanha a cada mês durante os anos 2015 até o mês de maio de 2016, as quais resultaram em uma eficiência de tratamento sempre superior a 60%, valor mínimo exigido pela resolução CONAMA 430/2011 para remoção de DBO. Os valores de DBO do efluente final ultrapassaram, nos meses de junho e julho de 2015, o limite de 120 mgO₂/L estabelecido pela mesma resolução.

No município de Castelo, ainda que a cobertura de esgoto seja bem abrangente, há ocorrência de lançamentos de esgotos *in natura* nos rios e córregos locais, especialmente no Rio Castelo e Rio da Prata, no Ribeirão Monte Alverne, no Córrego Santa Clara e em diversos outros córregos que passam pela sede do município. Também foram registrados uso de soluções individuais pouco eficientes no tratamento, como é o caso de fossas sépticas e fossas rudimentares utilizadas tanto na área urbana como em comunidades rurais. 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.

O SES Sede conta com uma capacidade de tratamento de 22 L/s, quase 70 L/s de déficit de tratamento, segundo as estimativas de geração de esgotos.

Quanto aos demais SES, não foram disponibilizadas informações de capacidade de tratamento. Sabe-se apenas que, independentemente do tamanho da população que forma os núcleos urbanos no município, deverá existir um sistema de esgotamento sanitário para cada um deles, de acordo com as características locais, com viabilidade técnica e financeira, projetado para suprir a demanda para os próximos 20 anos, de modo que se alcance a universalização dos serviços de esgotamento sanitário.

A situação de esgotamento sanitário do município de Castelo é marcada pela inexistência de rede de esgoto em toda a área rural, sendo comum a utilização de

formas alternativas, tais como: fossa séptica, sumidouros e lançamento direto no rio. Isto é o que ocorre também: do início da Rodovia Pedro Cola, do lado esquerdo, até o posto Magnago, Bairro Independência; do final do Bairro Niterói até a lanchonete Garcia; em todo o Bairro Cava Roxa; em parte do norte do Bairro Pouso Alto; parte do Distrito Estrela do Norte, de Aracuí e pela Rodovia Júlio Machado. Já na sede, apenas as regiões próximas ao rio estão ligadas à rede de esgoto, que leva à estação de tratamento de Bairro Francisco de Sousa Olmo, Rua Pedro Magnago.

Segundo os moradores, a rede de esgotamento sanitário converge com a rede de drenagem pluvial apenas em 20% da rede, no restante, as redes são separadas. Além disso, alegaram a atribuição do próprio morador em ligar o seu domicílio à rede de esgotamento. Retrataram ainda situações onde o esgoto é lançado em vias públicas, a céu aberto, como no Córrego da Toca (Bairro Aracuí), na Rua Antônio Rangel (Bairro Volta Redonda) e na Ponte Constantino Jose Vieira (Bairro Pouso Alto).

Os moradores desconhecem ocorrências de casas sem banheiro, bem como a existência de estações coletivas alternativas de tratamento de esgoto nas comunidades e de organizações para enfrentar os problemas deste setor do saneamento. A ocorrência de doenças na população relacionadas ao esgotamento sanitário também é desconhecida pelos munícipes, embora eles reconheçam o lançamento de esgoto industrial e de outros efluentes (como pocilgas, matadouros), além do lançamento de agrotóxico, como práticas indiscriminadas por todo o município, apesar da fiscalização do Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do ES (IDAF).

12.2.3 Sistema de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas

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	Restam 17% de área em cobertura florestal original no Município. Para área de reserva legal, seriam necessários 20%.
		Processos de assoreamento de corpos d'águas e de erosão de estradas por falta de implantação de sistema de drenagem nas estradas vicinais.
		Uso inadequado da irrigação, do solo e de agroquímicos. Acompanhamento técnico insuficiente. Pastagens degradadas. Cabeceiras sem cobertura vegetal e nascentes desprotegidas.
	Avanços e Potencialidades	Manutenção da florestal original. Expansão da cobertura em florestas para atender aos requisitos ambientais.
		Implantação/aperfeiçoamento do sistema de drenagem e caixas secas nas estradas vicinais.
		Existem instituições no Estado com conhecimento para contribuir no uso de manejo adequado em pastagens e áreas agrícolas.
Operacional	Problemas e Desafios	Pontes sobre o Rio Castelo dentro do perímetro urbano, cujas seções hidráulicas insuficientes. Existência de ilhas de terra no leito do Rio Castelo formadas a partir de assoreamento.
		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.
		Atuação pautada pela emergência e necessidade de resposta a falhas no sistema com reduzida capacidade de realização de projetos de ampliação e melhoria
		Intensificação dos alagamentos e erosões em áreas sem sistema de drenagem.
		Ocupação parcial das áreas ribeirinhas na zona urbana.
		Existência de ruas não pavimentadas próximo às áreas urbanas que contribuem para o assoreamento da rede de drenagem.
	Avanços e Potencialidades	Efetuar as intervenções indicadas no PDAP: dragagem/derrocagem do Rio Castelo, desapropriações em pontos específicos e demolição/reconstrução de duas pontes sobre o Rio. Retirada das Ilhas de terra e alargamento das margens do Rio Castelo.
		Planejamento integrado das operações, dimensionamento adequado das estruturas e manutenção periódica preventiva e corretiva.
		Cadastramento do sistema de drenagem e registro das operações de manutenção. Disponibilizar servidor responsável pela gestão da drenagem no Município.
		Redução dos alagamentos e erosões com a implantação da rede de drenagem nas regiões não atendidas e de acordo com estudos de ampliação da área urbana.
		Controle e fiscalização da ocupação nestas áreas, e ocupação do tecido urbano de forma ordenada, sem causar prejuízos às áreas ribeirinhas do Município.

Diretrizes	Condicionantes	
		Construção/melhoria da pavimentação nos bairros Cava Roxa, Recanto das Borboletas, Exposição, Castelo ao Sol, Pouso Alto e Santa Barbara
Atendimento ao Usuário	Problemas e Desafios	Lançamentos indevidos de esgoto e resíduos sólidos no sistema de drenagem, comprometendo a qualidade de água, nos bairros Garage, Volta Redonda, Vila Izabel, Vila Barbosa, Independência, Centro, baixa Itália e parte do Santo Andrézinho e Exposição.
		Manutenção da atual capacidade de atendimento do sistema de drenagem com perda de qualidade no atendimento à população.
	Avanços e Potencialidades	Ampliação da rede de coleta e tratamento de esgoto na área urbana e tratamento individual na área rural, além de programas de educação ambiental para ligação das residências à rede.
		Ampliação da qualidade e da capacidade de atendimento dos serviços de drenagem urbana
Institucional	Problemas e Desafios	Cumprimento da taxa de permeabilidade mínima apenas nas novas edificações.
		Baixa capacidade de planejar e fiscalizar o parcelamento do solo no Município, assim como a articulação com as questões ambientais, afetando negativamente o sistema de drenagem urbana.
	Avanços e Potencialidades	Fiscalização para o atendimento da taxa de permeabilidade mínima em toda a área urbana.
		Gestão e fiscalização eficiente do uso e ocupação do solo do Município de forma a se evitar os problemas relacionados com o sistema de drenagem urbana (como ocupação das margens dos rios).

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 de Castelo conta, desde 2014, com Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais (PDAP). Este primeiro PDAP foi desenvolvido pelo consórcio Zemlya-Avantec, em contrato firmado junto a Secretaria de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano do Estado do Espírito Santo (SEDURB). Como conclusões o diagnóstico e prognóstico do PDAP indicou:

- Os problemas de águas fluviais da Sede do Município resumem-se em:

- a) presença de trechos com baixa declividade quando comparado com a declividade média do curso d'água na bacia hidrográfica;
- b) presença de trechos dos cursos d'água com rocha que serve de anteparo para o escoamento, provocando o assoreamento dos trechos a montante;
- c) ocupação das margens dos cursos d'água por edificações, reduzindo a seção de escoamento.

O principal curso d'água do Município é o Rio Castelo que atravessa a Sede municipal. Outro rio importante para o Município é o Rio Caxixe. O Rio Castelo nasce nas montanhas do município Conceição do Castelo e possui uma área de drenagem a montante da área urbana de Castelo de 955,72 Km². Observa-se que, na Bacia Hidrográfica do Rio Castelo e do Rio Caxixe, existe um intenso uso do solo com muitas áreas de pastagens, com algumas regiões de plantio de culturas perenes e café.

A área urbana da Sede do município de Castelo é cortada pelo Rio Castelo, por uma extensão de aproximadamente 11 km, e três de seus afluentes urbanos, sendo o Rio Caxixe o mais importante. O Rio Castelo é um dos principais formadores do Rio Itapemirim e possui uma área de drenagem de 1.481,84 Km², drenando terras dos municípios de Conceição do Castelo, Castelo, Venda Nova do Imigrante, Vargem Alta, Muniz Freire e Cachoeiro de Itapemirim.

Até o núcleo urbano da Sede de Castelo, o Rio Castelo drena uma área total de 955,72 km², correspondendo a 64,49% da área de drenagem da sua bacia hidrográfica. Ao chegar no Município de Castelo o Rio percorre aproximadamente 11 km pela área rural até atingir o perímetro urbano, onde passa por 17 bairros. O Rio Caxixe também situado no sul do estado do Espírito Santo, nasce na Serra do Castelo (uma ramificação da serra da Mantiqueira), nas terras do Parque Estadual do Forno Grande. E seu trecho final, tem suas águas captadas para o sistema de abastecimento público de Castelo.

O município de Castelo sofre com constantes inundações em sua área urbana da Sede como consequência das cheias dos Rios Castelo e Caxixe, sendo essas inundações de recorrência quase anual em algumas partes da Sede, segundo informações da Defesa Civil Municipal. Os cursos d'água desses rios apresentam

trechos com baixa declividade quando comparado com a declividade média do curso d'água na bacia hidrográfica.

Fenômenos de inundação de áreas urbanas, quando da ocorrência de chuvas intensas, têm sido cada vez mais frequentes no Município. O agravamento dos impactos das inundações pode ser atribuído à urbanização, relacionadas à ampliação de áreas impermeabilizadas e à ocupação de planícies de inundação, devido à topografia plana, proximidade com áreas importantes do centro urbano e baixo custo (PDAP, 2014).

A Prefeitura não possui o cadastramento das redes de drenagem existentes para a Sede e demais áreas urbanas consolidadas, sendo que desta forma, as análises a seguir contemplaram informações de campo, de mobilização social, e dados do PDAP. Na Sede existem macrodrenagens em canais de concreto, nas demais áreas urbanas consolidadas do Município, estas são constituídas pelos caminhamentos naturais de seus cursos d'água.

Com base nos dados da reunião de mobilização social os presentes apontaram para uma ocorrência generalizada de alagamentos ao longo da Sede e dos Distritos. Entre os eventos de inundações recentes, os mais significativos ocorreram em janeiro de 2009 quando enxurradas atingiram o município, causando estragos nos bairros ao longo do Rio Castelo e Caxixe em seus trechos urbanos.

A Defesa Civil Estadual disponibilizou os mapas de risco de deslizamento e alagamento elaborados pelo Serviço Geológico Nacional (CPRM). Neste trabalho, realizado em janeiro de 2012, o CPRM identificou três áreas de risco de alagamento, descritas a seguir: Bairro Exposição (trata-se de uma área de alto risco, sujeita a alagamentos nas partes baixas do relevo, além de deslizamentos de grandes quantidades de massa de solo e rocha); Bairro Volta Redonda (sujeita a alagamentos durante a estação chuvosa e também possui indícios de deslizamentos) e Entrocamento rua Alana Ragel com a Rodovia Pedro Cola (zona de alto risco, sujeita a deslizamentos de massa).

Com base nos dados da reunião de mobilização foram identificadas oito áreas com risco de alagamentos:

- Perímetro Urbano da Sede, Loteamento Santa Barbara – Chuvas de dois dias ou de 1 hora de duração com alta intensidade provocam poças por todo o loteamento. Alguns moradores informaram que já foi solucionado o problema.
- Perímetro Urbano da Sede, Rodovia Fued Nemer, Bairro Aracuí, na entrada da praça (km 4 ou 5 entre esse trecho). Aparecimento de poças entre Zocar veículos e entrada da Estrela do Norte.
- Perímetro Urbano da Sede, Av Nossa Senhora da Penha – Qualquer chuva provoca o aparecimento de poças no posto Shell.
- Perímetro Urbano da Sede, Av Nossa Senhora da Penha - Qualquer chuva provoca o aparecimento de poças no posto Ipiranga.
- Perímetro Urbano da Sede, Bairro Niterói, Rua Edmar dias da Silva – 40 min de chuvas impedem os moradores de acessar as suas casas.
- Perímetro Urbano da Sede, Bairro Niterói, Av Joao Bley, próximo ao posto de saúde, na rua sem saída. Apenas 30min de chuvas intensas provocam impedimento de acesso a vários pontos.
- Perímetro Urbano da Sede, Rua Jose Pedro Pedruzzi, Bairro Volta redonda. Chuvas fortes de 2 h provocam aparecimento de poças.
- Praça do Convívio, no centro da cidade – duas horas de chuvas intensas provocam poças na Avenida Ministro Araripe.

O principal responsável pelas atividades de manutenção das redes de drenagem é a Secretaria Municipal de Serviços Urbanos e a Secretaria Municipal de Obras. A equipe disponível para manutenção da rede é composta por 24 empregados da Prefeitura, sendo que 12 são efetivos e 12 empregados da empresa terceirizada.

Dentre os equipamentos utilizados na manutenção, estes incluem duas retroescavadeiras e duas basculantes, sendo uma retroescavadeira própria e o restante terceirizado. A programação anual dos serviços de manutenção varia conforme a demanda. A Prefeitura realiza limpeza uma vez por ano na desobstrução de galerias, sendo que a última limpeza foi feita em 2014. Nestes casos costuma-se utilizar uma retroescavadeira, e 23 servidores fazem parte da equipe que a Prefeitura disponibiliza para execução da limpeza.

Desta forma, a falta de uma equipe especializada, e principalmente a falta de um planejamento, prejudica a manutenção adequada de todo o sistema de drenagem urbana para recepcionarem o período de altas pluviosidades.

No Centro e na Periferia ocorrem entupimentos de rede devidos à presença de resíduos sólidos urbanos, segundo relatos da reunião técnica com a Prefeitura.

Com base no diagnóstico realizado em campo, e nos projetos disponibilizados pela Secretaria de Planejamento, observou-se que grande parte das áreas urbanizadas de Castelo possui rede de drenagem instalada ou dispõe de projeto para sua instalação.

O Município não dispõe de um cadastro da rede de drenagem pluvial existente, deste modo, torna-se difícil estabelecer indicadores de cobertura que representem a realidade local. O cadastro da rede consiste em uma importante ferramenta para subsidiar o planejamento das ações referentes ao manejo de águas pluviais.

Além disso, em alguns locais de ocupação mais recente foram identificadas áreas que ainda carecem de implantação e/ou melhorias no sistema de drenagem pluvial conforme informações colhidas na reunião técnica com a Prefeitura. Aproximadamente 52 % do esgoto do município é lançado na rede de drenagem.

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 ampliação do sistema de compostagem de resíduos orgânicos, pois a maior parcela é destinada para aterro sanitário.
		A coleta seletiva abrange apenas a parte urbanizada no município.
		Necessidade de recuperação da área degradada identificada no TCA 02/2013.
	Avanços e Potencialidades	O lixão que existia no município encontra-se desativado.
		O município participa do Programa ES sem lixão que visa a construção de aterro sanitário.
		O município destina seus resíduos para aterro sanitário licenciado.
Socioeconômico	Problemas e Desafios	Necessidade de capacitação da população para que participem do programa de coleta seletiva municipal.
	Avanços e Potencialidades	A associação de catadores existente no município está formalizada e em operação.

Diretrizes	Condicionantes	
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 em pontos específicos e em bombonas de 200 L, próximas 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	Divulgação da coleta seletiva por meio de informes impressos.
		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.
		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 recebimento e destinação de RSS de forma que seja possível a medição do serviço prestado e o pagamento seja realizado 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 “Reciclando Vidas”.

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 diagnóstico da situação dos Resíduos Sólidos (RS) gerados no município de Castelo foi realizado objetivando identificar e analisar os principais fluxos de resíduos no Município bem como seus impactos socioeconômicos e ambientais.

Para o cálculo da estimativa de geração de RSU no município de Castelo 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). Nas Tabelas abaixo encontram-se as estimativas de geração dos RSU do município de Castelo.

Tabela 12-1 - Geração anual de RSU estimada no município.

Estimativa Pop. 2015	Faixa populacional	Geração per capita de RSU (kg/hab. Dia)			
		Declarado	Por faixa para todos	Por faixa apenas c/ balança	Estimada 2015(a)
37829	Faixa 1	0,87	0,94	0,82	0,84

Nota: Foi considerada um aumento na taxa de geração per capita de 2,6%aa e per capita 2014 c/ balança.

Fonte: IBGE (2016) e SNIS (2016).

Tabela 12-2 - Distribuição estimada das frações úmida, seca e de rejeito nos RSU no Município.

Estimativa de geração de RSU (t/ano)			
RSU Total	RSU - Úmido (51,4% RSU)	RSU - Secos (31,9% RSU)	Rejeitos (16,7% RSU)
11457,47	5889,14	3654,93	1913,40

Fonte: IBGE (2016) e SNIS (2016).

Tabela 12-3 - Composição gravimétrica estimada da fração seca dos RSU no Município.

Estimativa da composição gravimétrica dos RSU – Secos (t/ano)				
RSU – Secos (31,9% RSU)	Papel (41,1%)	Plástico (42,3%)	Vidros (7,5%)	Metais (9,1%)
3654,93	1502,18	1546,04	274,12	332,60

Fonte: IPEA (2012).

A gestão dos Resíduos volumosos no município de Castelo é realizada diretamente pela prefeitura por meio da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos. Os resíduos volumosos são depositados conforme demanda em pontos específicos e coletados pela empresa Fortaleza Ambiental e Gerenciamento de

Resíduos LTDA ME que os deposita, geralmente, no almoxarifado central da Prefeitura.

A realização dos serviços de corte e poda de árvores é feita diretamente pela prefeitura de Castelo, por meio da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos. Os resíduos são coletados pela empresa Fortaleza Ambiental e Gerenciamento de Resíduos LTDA ME que os encaminham para a zona Rural.

No caso de resíduos da construção civil, adotando o índice de geração *per capita* da região sudeste de 0,746 kg/hab.dia, foi estimado que o município de Castelo gera 9.724,57 toneladas de RCC por ano. A gestão de coleta do RCC do município é realizada pela Secretaria Municipal de Serviços Urbanos que faz a coleta e transporta até o aterro licenciado da empresa Rodrigo Mariani Bravim – ME, localizada na Rodovia Fued Nemer, Km 10, Bairro Conduru, Cachoeiro do Itapemirim-ES.

A gestão dos Resíduos dos Serviços de Saúde no município de Castelo é realizada pela Secretaria Municipal de Serviços Urbanos que tem um contrato firmado com a empresa Fortaleza Ambiental e Gerenciamento de Resíduos LTDA ME para recebimento e destinação final de RSS de aproximadamente 1,2 toneladas por mês.

A gestão dos resíduos industriais é de responsabilidade do gerador, os quais devem apresentar seus planos de gerenciamento de resíduos como parte do processo de licenciamento ambiental. Entretanto, parte dos resíduos gerados nas indústrias que possuem as mesmas características dos resíduos domiciliares também é coletada pelo município.

Em relação aos resíduos de serviços de transporte, é possível dizer que no município, só existe uma rodoviária, e os resíduos gerados são destinados para a coleta pública convencional. Não há, por parte do município, a exigência quanto a gestão diferenciada deste tipo de resíduo por parte do gerador.

Em relação aos resíduos de mineração, foram licenciados 2 geradores de resíduos de mineração no IEMA, autorizando a realização atividades de extração e beneficiamento de minérios. Da mesma forma como ocorre com os demais resíduos industriais, a gestão dos resíduos de mineração é de responsabilidade do gerador.

Os Resíduos de óleo de cozinha são gerados de forma difusa, pela população em geral e de forma pontual e em maior quantidade por bares, restaurantes e padarias e afins. No município, o Projeto “Coletar” visa a coleta diferenciada do ROC, contribuindo para o descarte correto deste resíduo.

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. Segundo dados do SNIS (2016) no município de Castelo o serviço de limpeza urbana atende 35.218 habitantes (94 % da população total). Em Castelo, os serviços de limpeza urbana e manejo de RSU estão sob responsabilidade da Secretaria de Serviços Urbanos, que possui contratos com as seguintes empresas:

- CTRCI – Central de Tratamento de Resíduos Cachoeiro de Itapemirim, CNPJ nº 07.562.881/001-83, para destinação de resíduos Classe II.
- Fortaleza Ambiental e Gerenciamento de Resíduos LTDA ME, CNPJ nº 31.736.796/0001-79, para recebimento e destinação de resíduos Classe I (serviço saúde).
- Fortaleza Ambiental e Gerenciamento de Resíduos LTDA ME, CNPJ nº 31.736.796/0001-79, para atender toda a demanda dos serviços de limpeza pública do município.
- Rodrigo Mariani Bravim – ME, CNPJ nº 18.750.049/0001-27, para recebimento e destinação final de resíduos sólidos (entulhos).

No município de Castelo o serviço de varrição de logradouros públicos é realizado por agentes públicos vinculados a Secretaria de Serviços Urbanos em todos os bairros e distritos do município. Estimativas feitas pelo município apontam que, atualmente, são varridos cerca de 751km/mês por 17 agentes privados e 549km/mês por 47 agentes públicos, totalizando 1.300 km de logradouros varridos por mês.

O serviço de varrição é de segunda à sábado de 08h às 17h em toda a zona urbana do município, estando a empresa Fortaleza Ambiental e Gerenciamento

de Resíduos LTDA ME responsável pela varrição de 12 bairro e a Prefeitura Municipal por outros 5. A Prefeitura informou não possuir Plano de Varrição

No município de Castelo os RSU ficam acondicionados em sacos plásticos dispostos no chão, bombonas, lixeiras, caixas estacionárias e Pontos de Entrega Voluntária (PEVs). O Apêndice E apresenta a localização dos PEVs existentes no município.

A coleta dos resíduos sólidos pode ser realizada de forma manual (convencional) ou de forma mecanizada. A escolha da coleta ideal depende de certos fatores como tipo de pavimentação das ruas, custo da mão-de-obra local, custo dos equipamentos de coleta mecanizados, entre outros. No município de Castelo, a coleta é realizada pela Prefeitura Municipal e pela empresa Fortaleza Ambiental e Gerenciamento de Resíduos LTDA ME de forma convencional em pontos já conhecidos pela população. A Secretaria de Serviços Urbanos não possui nenhum sistema de controle de quilometragem e velocidade percorrida pelos veículos coletores.

No município de Castelo, a Coleta Seletiva é institucionalizada por meio do Projeto “Reciclando Vida” e é realizada na área urbana do município pela Associação de Catadores Reciclando Vidas, de segunda à sexta, de 08h às 17h, e na zona rural de acordo com a demanda. Os resíduos são separados em secos e úmidos e dispostos nos PEVs localizados na cidade.

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. Em Castelo, o serviço de transporte de resíduos é realizado pela empresa Fortaleza Ambiental e Gerenciamento de Resíduos LTDA ME, até o aterro sanitário da Central de Tratamento de Resíduos Cachoeiro de Itapemirim, localizado no município de Cachoeiro do Itapemirim

O tratamento dos RSU visa modificar suas características de modo que os resíduos possam retornar ao meio de forma ambientalmente correta. Já a disposição é um meio de armazenar os resíduos de forma segura até que se tenha tecnologia adequada e acessível para seu o tratamento. No município de Castelo os RSU coletados pela coleta convencional são destinados diretamente para o

local de disposição final, sem nenhum tratamento prévio. Os Resíduos secos coletados seletivamente são destinados à associação de catadores.

A disposição final dos rejeitos corresponde as atividades de distribuição ordenada em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos. A forma de disposição final dos RSU do município é em aterro sanitário localizado em Morro Grande, Cachoeiro de Itapemirim-ES de propriedade da empresa Central de Tratamento de Resíduos Cachoeiro de Itapemirim, a cerca de 24 km do centro de Castelo.

A identificação de áreas de disposição inadequada de resíduos visa averiguar onde a população normalmente dispõe seus resíduos e que necessitam de intervenções por parte do município com vistas à readequação destas áreas. Existe no município uma área que já foi utilizada como lixão, mas que está desativada e em processo de recuperação.

A inclusão dos catadores de materiais recicláveis é uma premissa da PNRS, requerendo das prefeituras municipais o comprometimento com a inclusão desses trabalhadores a sua inserção efetiva nos programas de coleta seletiva, além do conhecimento das externalidades sociais e ambientais envolvidas em sua atividade.

A Associação de Catadores “Reciclando Vidas” existe desde 2005, e foi devidamente formalizada em 2012. A associação encontra-se sediada em um galpão localizado na Rodovia ES 166, s/n, Km 33, Zona Rural, Castelo/ES. Segundo dados da associação foram comercializadas cerca de 238 toneladas de resíduos no ano de 2015 e 218 toneladas em 2014 com uma renda anual de R\$ 86.681,98 em 2015 e R\$ 105.943,70 em 2014.

No município de foram identificadas 3 empresas licenciadas para atividades relacionadas a reciclagem de resíduos sólidos:

- ZM Reciclagem LTDA – ME, CNPJ 15.150.841/0001-52;
- Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Castelo - ES, CNPJ 15.396.602/0001-87; e
- Edival Nogarol Stoffle ME, CNPJ 02.155.892/0001-25.

Em reunião de mobilização social os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos foram avaliados pela população como sendo de regularidade e frequência compatível com a demanda de serviço. A população tem conhecimento do horário da coleta dos resíduos e esta é feita de maneira regular.

As prioridades identificadas pela população para o município de Castelo são:

- Execução de programas de educação ambiental;
- Separação correta dos resíduos;
- Incentivar a coleta seletiva;
- Criação de legislação específica, com aplicação de multa para os infratores.

12.2.5 Aspectos da Mobilização Social

Quadro 12-5 - Sistematização dos Problemas, Desafios, Avanços e Oportunidades da Mobilização Social.

Diretrizes	Condicionantes	
Mobilização Social	Problemas e Desafios	Baixa percepção da população em relação aos investimentos nas diversas políticas públicas efetivadas pelo poder público municipal na cidade de Castelo, percebem poucos investimentos na área de Drenagem de águas pluviais urbanas.
		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.
		Baixo conhecimento da população dos aspectos legislativos do saneamento básico.
		Baixo envolvimento dos movimentos sociais, organizações e entidades que atuam no município nos aspectos relacionados ao saneamento básico, como exemplo, em reunião de mobilização social para levantamento do diagnóstico para esta política, compareceram apenas cinco organizações, quando há o registro de dezessete organizações atuantes no município.
		A lista de presença aponta que metade dos presentes em reunião eram moradores do bairro centro 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.
		O processo da elaboração do PMSB mostrou a fragilidade da participação social, mas pode ser considerada um avanço, tendo em vista o número de moradores que compareceram à Reunião, mesmo não estando organizados. Possibilitando uma aproximação e possível organização futura para exercer o controle social das políticas públicas de forma mais eficaz.
	Avanços e Potencialidades	Destacam-se os instrumentos de comunicação social do município: site oficial da prefeitura e rádio local “Cultura”, como mecanismos importantes para promoção do controle

Diretrizes	Condicionantes	
		social através da difusão de informações relevantes para a execução dos planos.
		Destacam-se os aspectos culturais do município como fortes mecanismos de promoção de controle social através da difusão de informações, bem como sensibilização da população para o saneamento básico. No município de Castelo existem equipamentos de cultura importantes como a Casa do Artesão, o Teatro Municipal e Biblioteca Municipal (Castelinho), além das manifestações culturais e artísticas expressas nas festas de Corpus Christi e Festa Italiana.
		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.
		No quesito de análise sobre a participação popular para elaboração do diagnóstico técnico participativo, avalia-se positivamente a disponibilidade dos munícipes em contribuir com o levantamento de informações reais relacionadas ao saneamento básico. Como exemplo, em reunião de mobilização para levantamento do diagnóstico observou-se o grande número de intervenções que possibilitou uma sistematização bastante detalhada das questões do município, seus desafios e problemas a serem enfrentados, para além de implicações diretas e soluções passíveis ao plano.

Fonte: Autoria própria.

A compreensão da dinâmica social do município de Castelo é fundamental para proposição de prognósticos, metas e objetivos em saneamento básico do município. Para subsídio dessa compreensão vale lançar mão de aspectos históricos e econômicos que afetam na configuração social do território.

Em relação aos conselhos municipais, vale destacar que consistem no Conselho Municipal de Saúde, Conselho Municipal de Meio Ambiente e Conselho Municipal de Saneamento Básico. Esses conselhos, sobretudo o de Saneamento Básico são fundamentais para o processo de controle social da política municipal de saneamento básico.

A expressiva organização em torno da produção rural aponta a necessidade de se traçar estratégias de mobilização social que contemple o contexto rural. Essa expressiva população e organização rural, associada à expressiva manifestação religiosa católica romana do município afeta nas manifestações culturais do mesmo.

A percepção dos populares sobre a saúde, o saneamento e o ambiente pode ser analisada através dos relatos da reunião de mobilização social ocorrida no município no dia 14 de junho de 2016, às 09:00h, no Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Castelo. Os objetivos da reunião instam a seguir: a) Levantar o alcance e os déficits da infraestrutura sanitária existente (abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e disposição de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais); b) Conhecer a qualidade dos serviços prestados e das estruturas e tecnologias utilizadas; c) Identificar os aspectos epidemiológicos, principais doenças e agravos relacionados à falta de saneamento; e d) Verificar o grau de conhecimento sobre os impactos positivos e negativos advindos da falta de saneamento ambiental ou relacionados aos empreendimentos feitos em saneamento ambiental;

Além dos moradores, e do recorte espacial de moradia, os participantes também representaram entidades, organizações, empresas e secretarias, tais como: ASCODEC, Associação de Moradores, Bramoqzan, C. Saúde, Câmara Municipal, Cesan, Con. Meio Ambiente, Conselho Saneamento, Eco+ Soluções Ambientais, EPA, Fortaleza, IDAF, Incaper, Mussi Constrói, PGM, PIRC, PMC, Reciclando Vidas, SAVAC, SEMAS, SEME, SEMMA, SEMOB, SEMPLAN, SEMSA, SEMSUR e STR Castelo.

As primeiras informações levantadas foram em relação ao crescimento urbano do município, e, de forma geral, a população percebe um crescimento, e, de forma geral, a população percebe um crescimento urbano no município, sobretudo com o número de conjuntos habitacionais, moradias populares e empresas, mas também com expansão dos loteamentos comerciais. Além disso, segundo os participantes, a Prefeitura não tem investido no setor de saneamento, exceto em algumas obras de drenagem pluvial, e quando o faz não é com o controle social, ou seja, as políticas de saneamento que têm sido desenvolvidas no município têm ocorrido sem a participação da população no processo decisório.

No que diz respeito ao setor de abastecimento de água do município de Castelo, a população apontou a ausência de um sistema de abastecimento de água em algumas localidades do município, sendo assim captam a água através de nascentes e poços artesianos sem manutenção. A situação é ainda mais crítica nas regiões após o distrito de Aracui, que também precisam captar a água da

chuva para poderem ter acesso ao recurso hídrico. A exceção fica por conta do distrito de Limoeiro, onde a água é limpa e os poços são monitorados pela CESAN.

Quanto à frequência e regularidade no abastecimento de água, os moradores afirmaram que os serviços de abastecimento de água é regular apenas na sede, ainda que a situação seja agravada nos períodos de seca. Apontaram também que esses períodos de estiagem, a qualidade da água nos distritos diminui, bem como o fornecimento deixa de ser regular, com algumas paralizações. Sobre esse cenário, a população afirmou reclamar na página do Facebook da Prefeitura, bem como à Prefeitura e à Câmara, mas não ter suas demandas atendidas.

A síntese da situação de abastecimento de água do município de Castelo pode ser visualizada no Apêndice A. Por fim, a população elegeu como prioridades o abastecimento nos distritos, em caráter de urgência para as Escolas e os aparelhos públicos da zona rural; Incentivo (financeiro) ao reflorestamento e recuperação da mata ciliar dos corpos d'água que abastecem a cidade; Investimento no saneamento rural; Promoção de educação ambiental e sanitária no município; Ações de fomento ao reuso de água; Ampliação da rede de abastecimento de água na divisa do distrito Conduru e de Cachoeiro de Itapemirim; Ligação dos domicílios à rede de abastecimento de água.

A situação de esgotamento sanitário do município de Castelo é marcada pela inexistência de rede de esgoto em toda a área rural, sendo comum a utilização de formas alternativas, tais como: fossa séptica, sumidouros e lançamento direto no rio. Isto é o que ocorre também: do início da Rodovia Pedro Cola, do lado esquerdo, até o posto Magnago, Bairro Independência; do final do Bairro Niterói até a lanchonete Garcia; em todo o Bairro Cava Roxa; em parte do norte do Bairro Pouso Alto; parte do Distrito Estrela do Norte, de Aracuí e pela Rodovia Júlio Machado. Já na sede, apenas as regiões próximas ao rio estão ligadas à rede de esgoto, que leva à estação de tratamento de Bairro Francisco de Sousa Olmo, Rua Pedro Magnago.

Enfim, a síntese da situação de esgotamento sanitário do município de Castelo pode ser visualizada no Apêndice B. Por fim, a população elegeu como prioridades Criação de Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) para a região da zona rural; Implantações de fossas, filtros e sumidouros nas zonas rurais; Mecanismos de

tratamento para resíduos das fossas e sumidouros; Ampliação da estação da Sede e Incentivo à ligação da população na rede de esgoto.

A situação de drenagem pluvial do município de Castelo também apresenta alguns problemas que carecem de soluções. Este é o caso de áreas que sofrem com alagamentos em períodos de chuva, de acordo com a intensidade, como ocorre: na Av. Nossa Senhora da Penha (altura do posto Shell e do Posto Ipiranga), em chuvas fracas; na Rua Edmar Dias da Silva e na Rodovia Fued Nemer (entrada da praça e entre o Zocar veículos e entrada da Estrela do Norte), em situações de chuva moderada; e, em situações de chuva forte, no Loteamento Santa Barbara, na Av. João Bley (próximo ao posto de saúde), na Rua José Pedro Pedruzzi, na Praça do Convívio (no centro da cidade) e na Av. Ministro Araripe.

Os moradores disseram que a obstrução da rede de drenagem é um problema em todo o município, ocasionado pela sujeira ao longo das calhas da rede. Além disso, há uma percepção coletiva de que os alagamentos têm aumentado no município, afetando sobretudo as regiões adjacentes ao Rio Castelo, como a Rua Adalto Santos (entrada do Pouso Alto), a Fazenda do Centro (sentido Pedro Cola), a Fazenda da Prata (Distrito Monte Pio) e toda a zona ribeirinha.

Por fim, a população elegeu como prioridades para o setor a promoção da drenagem no Bairro Pouso Alto e na Av. João Bley; Execução dos projetos já existentes; Implantação das caixas secas na zona rural; Desassoreamento dos corpos d'água.

A situação relativa aos resíduos sólidos do município de Castelo ocorre com a disponibilização de latões, pela prefeitura, para o armazenamento do lixo domiciliar, aonde os moradores colocam os seus resíduos, envoltos em sacos plásticos. E, depois, a coleta é realizada por caminhão, em dias e horários conhecidos pela população. No entanto, a população ressaltou que: a prefeitura não realiza o serviço de coleta zona rural; o número de lixeiras espalhadas pela cidade é insuficiente; a população não respeita os dias e horários de coleta de lixo; e há o serviço de coleta seletiva apenas em algumas áreas do interior, sendo realizada pela Associação Reciclando Vida, que se localiza na Rod. Pedro Cola (Km 7,5), sentido Venda Nova do Imigrante.

O lixão do município foi desativado em 2011, segundo relatos, no entanto, a presença de pontos viciados ainda faz parte da realidade de algumas localidades, como: no Bairro Francisco Olmo (próximo à ETE e próximo à rodovia), no Bairro N. Senhora Aparecida (na Rua Jerônimo Monteiro) e na Praça do Convívio na sede (Av. Ministro Araripe). Em virtude disso, mesmo com variação semanal nas ruas do município, tais pontos constituem-se como locais de ocorrência de vetores de doenças, como mosquitos, ratos e baratas; no entorno do Córrego da Toca também foi apontada a infestação de mosquitos e ao lado do cemitério, no centro da sede do município, a de baratas.

Por fim, a população elegeu como prioridades para o setor a promoção de Educação ambiental; Incentivo à separação e coleta seletiva do lixo, e, aplicação de multa aos infratores por descarte inadequado do lixo.

Com a realização desta etapa da elaboração do plano, foi possível perceber, em muitos depoimentos e contribuições dos participantes, elementos das experiências individuais e coletivas da Produção do Espaço e, assim, captar com a elaboração coletiva dos mapas dos territórios, o resultado das leituras acerca dos conflitos, tensões, demandas, problemas e potencialidades do município em sua dinâmica atual. Processo cujo foco está no morador, cidadão, sujeito político e histórico que vive os problemas diariamente e que deve ser ouvido e ter compartilhado suas vivências e demandas em saneamento básico.

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 Castelo.

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
Deficiência no abastecimento de água em algumas regiões do município	Regularizar a frequência do abastecimento de água	Médio	Média
Ocupação inadequada próximas do rio, onde ocorre a captação da água bruta para abastecimento	Fiscalização de comunidades irregulares	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
Dificuldade de captação de água na divisa do distrito Conduru e Cachoeiro de Itapemirim.	Ampliação da rede de abastecimento de água na divisa do distrito Conduru e de Cachoeiro de Itapemirim.	Médio	Alta
Alto consumo per capita no município: 202,54 L/hab.dia	Reduzir o consumo per capita em 20%	Longo	Médio
Falta de sistema de abastecimento de água em grande parte do município, com exceção do distrito Sede.	Ampliar o sistema de abastecimento de água para os demais distritos.	Longo	Alta

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

A ETE do distrito Sede está subdimensionada, limitando sua capacidade de tratamento	Readequação do projeto da ETE e operação, além da sua correta manutenção e monitoramento de eficiência periódico	Médio	Alta
Lançamento de efluentes industriais na rede coletora no distrito Sede	Propor a instalação de estação de tratamento para efluentes dentro das industriais para compatibilizar com a capacidade da rede	Longo	Alta
Sistemas fossa séptica e filtro anaeróbio em estado precário	Reformar as fossas-filtros dos distritos, ou substituí-las por outro tipo de tratamento, além de realizar manutenção adequada e ampliações necessárias	Médio	Média
Distritos de Limoeiro, Patrimônio do Ouro, Monte Pio e Estrela do Norte não possuem sistema de esgotamento sanitário	Construção de rede coletora e ETE nesses distritos	Longo	Alta
Lançamento de efluentes diretamente nos rios e córregos do município	Complementação do sistema de coleta, a fim de que o efluente seja encaminhado para tratamento	Longo	Alta
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) dos corpos receptores do município	Construção de estrutura e aquisição de materiais que viabilizem a correta manutenção periódica e monitoramento dos corpos receptores 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
Trechos com declividades muito baixas e estreitamentos no Rio Castelo	Realizar dragagem/derrocagem dos trechos e quando necessário, demolição/reconstrução das pontes e desapropriação das áreas, conforme PDAP	Médio	Alta
Subdimensionamento de duas galerias nos bairros Vila Isabel, Exposição, Santo Agostinho e Volta Redonda (sub bacias urbanas 13 e 21)	Redimensionar as galerias conforme proposto pelo PDAP	Médio	Médio
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	Implantar sistema de drenagem nas estradas vicinais, e pavimentar	Médio	Média

pavimentadas, assim como em estradas vicinais	as cabíveis, mantendo os projetos em um banco de dados		
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 da área degradada identificada no TCA 02/2013.	Recuperar as áreas degradadas por resíduos	Curta	Absoluta
Necessidade de ampliação do sistema de compostagem de resíduos orgânicos, pois a maior parcela é destinada para aterro sanitário.	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 é a	Organização dos serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos com elaboração de planos de trabalho para as etapas de serviço.	Curta	Alta

Cenário Atual	Cenário Futuro		
	Objetivos	Metas (prazo)	Prioridade
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.			
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 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 coleta de RSS de forma que seja possível a medição do serviço prestado em relação a quantidade coleta e 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	Médio	Média

Cenário Atual	Cenário Futuro		
	Objetivos	Metas (prazo)	Prioridade
	técnica, elaboração de manuais e cartilhas, dentre outros.		
Necessidade de acompanhar o comprimento 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
Baixa percepção da população em relação aos investimentos nas diversas políticas públicas efetivadas pelo poder público municipal na cidade de Castelo, percebem poucos investimentos na área de Drenagem de águas pluviais urbanas; Baixo conhecimento da população dos aspectos legislativos do saneamento básico.	Fomentar os instrumentos de comunicação social do município: site oficial da prefeitura, e rádio local “Cultura”, através da difusão de informações semanais relacionadas ao plano. Fomentar os aspectos culturais do município como a Casa do Artesão, o Teatro Municipal e Biblioteca Municipal (Castelinho), além das manifestações culturais e artísticas expressas nas festas de Corpus Christi e Festa Italiana.	Curto	Alta
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; Baixo envolvimento dos movimentos sociais, organizações e entidades que atuam no município nos aspectos relacionados ao saneamento básico, como exemplo, em reunião de mobilização social para levantamento do diagnóstico para esta política, compareceram apenas cinco organizações, quando há o registro de dezessete organizações atuantes no município.	Fortalecer os Conselhos Municipais relacionados ao Saneamento Básico para o Acompanhamento, Avaliação e Aperfeiçoamento da Gestão da Política Municipal de Saneamento Básico. Ampliar a Participação Social da Sociedade Civil na Política Municipal de Saneamento Básico. Promover a divulgação da Política de Saneamento no Município como Direito Universal e Política Pública.	Curto	Alta
A lista de presença aponta que metade dos presentes em reunião eram moradores do bairro centro 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.	Promover espaços de capacitação e discussão do plano na maior quantidade de localidades de bairros e distritos possíveis; Buscar disponibilizar transporte para as atividades de discussão e capacitação para acompanhamento popular do plano.	Curto	Alta

Cenário Atual	Cenário Futuro		
	Objetivos	Metas (prazo)	Prioridade
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 Castelo, 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 Castelo está inserido na microrregião Central Sul, onde são esperados investimentos da ordem de R\$ 1,37 bilhões até o ano de 2020 (IJSN, 2016). Esses investimentos estão relacionados, principalmente, a Obras de Infraestrutura (82,3%), construção de edifícios (7,1%), educação (3,3%) e administração pública (2,9%). 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). Observa-se, no entanto, alguma movimentação de investimentos o setor de turismo, sem, contudo, ganhar densidade que seja impactante.

É preciso lembrar que a Prefeitura Municipal de Castelo 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, o município de Castelo está localizado em uma região que possui altitudes que variam de 92 a 2.082 m, sendo que restam apenas um total de 11.256 há de sua cobertura original, o que significa algo em torno de 17% da área do município, o que é considerado pouco. Contudo, o município, que é parte integrante da Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim, que tem sido um importante afluente de contribuição para perenização da bacia e para a região sul do Estado.

A queda da biodiversidade, entretanto, 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 Castelo a partir dos vários cenários possíveis apresentados no diagnóstico, verifica-se que no caso de um baixo crescimento populacional a população de Castelo crescerá 8,9% até 2037, já considerando um cenário de alto crescimento essa taxa saltará para 26,5%.

No diagnóstico foi apurado que a sede de Castelo, se configura como principal vetor de expansão urbana do Município.

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 Castelo, segundo o Instituto Jones dos Santos Neves no ano de 2014 apurou a existência de 600 famílias em situação de déficit habitacional. Desse total, aproximadamente 3,00% referia-se à 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 Castelo 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 Castelo 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 Castelo.

Quadro 12-11 - Cenários Prospectivos para o Sistema de Saneamento Básico de Castelo.

Categoria	Cenários			
	Negativo	Tendência	Possível	Positivo
Meio Ambiente	• 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	• 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	• 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	• 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	• 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 • Percentual elevado da população sem acesso à rede coletora de esgotos	• 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	• 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 • 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	• Fiscalização das ocupações irregulares das margens de córregos e rios e controle do processo de ocupação do solo • 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

Categoria	Cenários			
	Negativo	Tendência	Possível	Positivo
	• Aumento na frequência de doenças de veiculação hídrica, com a possibilidade de desenvolvimento de endemias • Aumento do número de residências sem instalações sanitárias • 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	• Ocorrência regular de doenças de veiculação hídrica • Presença significativa de residências sem instalações sanitárias • Perdas econômicas regulares devido a inundações e alagamentos de residência, sistema viário, equipamentos públicos, entre outros • Desconforto moderado causado pela presença de pontos viciados, destinação incorreta de resíduos ou esgoto a céu aberto	• Redução do percentual de residências sem instalações sanitárias • Perdas econômicas mínimas devido a inundações e alagamentos de residência, sistema viário, equipamentos públicos, entre outros • Redução gradativa do desconforto causado pela presença de pontos viciados, destinação incorreta de resíduos ou esgoto a céu aberto	• Ocorrência mínima de doenças de veiculação hídrica • Todas as residências do município com instalações sanitárias • Realocação completa das unidades habitacionais em áreas de risco, alagamentos e inundações. • Bom nível de qualidade de vida pela ausência de pontos viciados, destinação correta de resíduos e tratamento de esgoto
Operacionais	• Degradação e incapacidade de atendimento à demanda do serviço de abastecimento de água do município • Ampliação das interrupções no fornecimento de água • Ampliação do número de ligações clandestinas de água • Percentual elevado da extensão municipal sem rede coletora de esgotos • Percentual elevado de esgoto coletado sem tratamento ou com tratamento inadequado	• Padrões insatisfatórios de atendimento e qualidade da rede de abastecimento de água • Interrupções frequentes no fornecimento de água • 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	• 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 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	• Excelência no padrão de qualidade e atendimento da rede de abastecimento de água • Fornecimento de água sem interrupções com a ampliação das fontes de abastecimento • 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

Categoria	Cenários			
	Negativo	Tendência	Possível	Positivo
	- Falhas operacionais constantes do sistema de drenagem - Ampliação significativa do número de pontos viciados - Elevado volume de resíduos orgânicos destinados a aterros - Ausência de sistema de manejo e gestão de RSU, RSS e RCC - Serviço de limpeza pública ineficientes	- Expressiva presença de pontos viciados - 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	- Falhas operacionais esporádicas do sistema de drenagem - Redução do número de pontos viciados Redução do volume de resíduos orgânicos destinados a aterros - Melhora no sistema de manejo e gestão de RSU, RSS e RCC - Melhora nos serviços de limpeza pública	áreas degradadas por resíduos 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 - Serviços de limpeza pública regulares e eficientes
Atendimento ao Usuário	- Redução da capacidade de atendimento da demanda pelos serviços de saneamento básico - Elevada insatisfação dos usuários dos serviços de saneamento básico	- Atendimento parcial das demandas pelos serviços de saneamento básico, com deficiências pontuais - Níveis pouco favoráveis de satisfação dos usuários	- 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	- Atendimento total e satisfatório das demandas pelos serviços de saneamento básico - Plena satisfação dos usuários dos serviços de saneamento básico
Finanças	- Incapacidade de realizar investimentos com recursos próprios por parte da municipalidade - Impossibilidade de captação de recursos para ampliação e manutenção dos serviços	- Capacidade financeira própria limitada a gastos emergenciais - Incapacidade financeira própria na realização de serviços de ampliação e melhoria do sistema	- 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	- Capacidade financeira de investimentos com recursos próprios e captação para manutenção e ampliação do sistema - Sustentabilidade financeira dos serviços de saneamento básico

Categoria	Cenários			
	Negativo	Tendência	Possível	Positivo
	Aumento gradual dos gastos com operação e manutenção do sistema, possibilidade de insolvência financeira e risco alto de falhas recorrentes no mesmo	- 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	Aumento gradual dos gastos com operação e manutenção do sistema e possibilidade de acompanhar parcialmente as demandas	Aumento gradual dos gastos com operação e manutenção do sistema e com contrapartida adequada de ampliação das receitas
Institucional	- 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 - Enfraquecimento institucional ocasionando incapacidade de planejamento e gestão do sistema - Incapacidade de controle e acompanhamento dos contratos relativos aos serviços de saneamento	- 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 qualidade efetuado como resposta a fiscalização externa - 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	- 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 - 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	- 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 efetuados por mecanismos incorporados à própria gestão - 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

FINDES. Caminhos para o desenvolvimento regional. São Mateus e Região. 1ª Edição. 2014.

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.

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.

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.

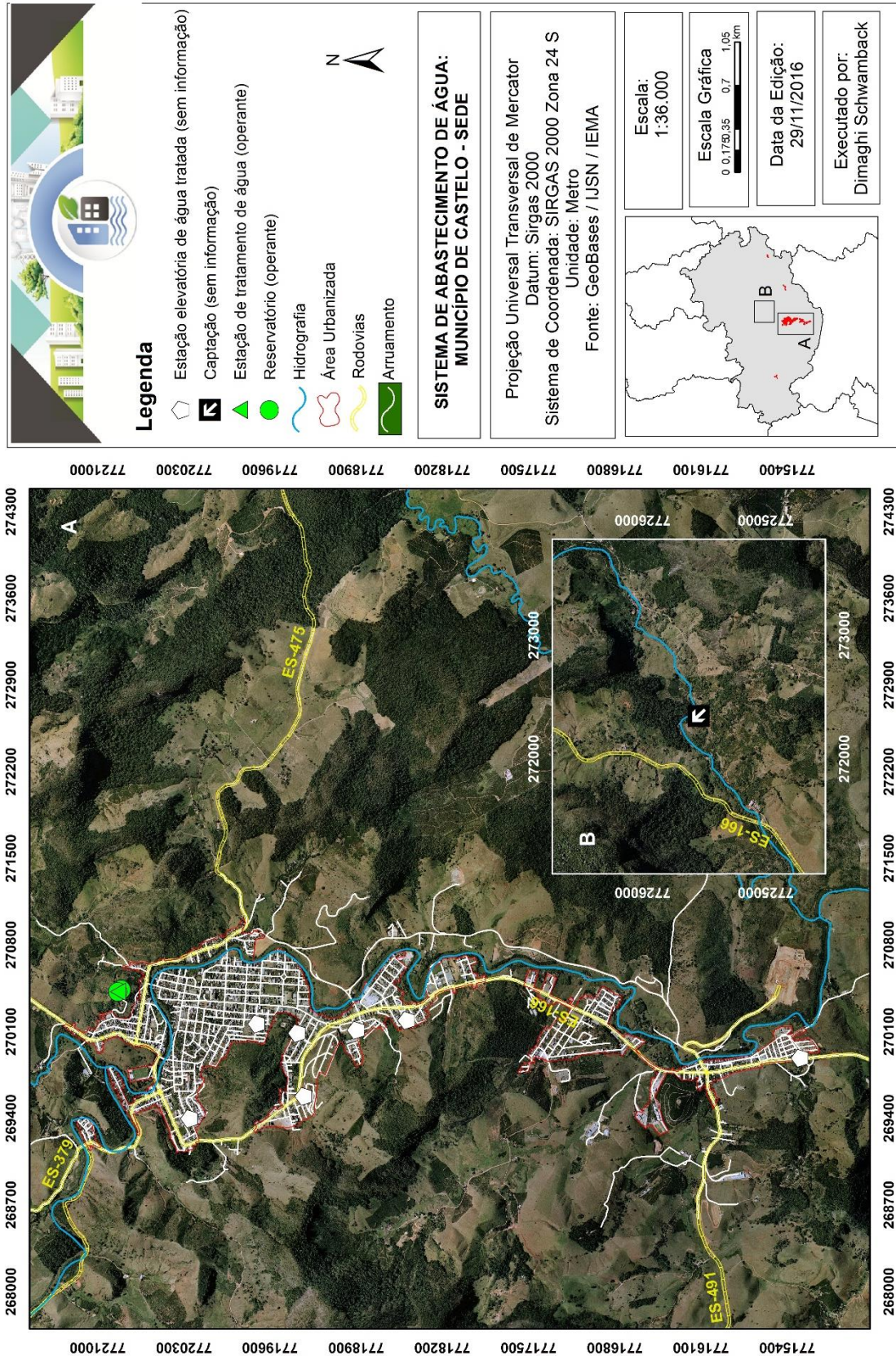
GODET, Michel; DURANCE, Philippe. *La prospectiva estratégica para las empresas y los territorios*. Paris: Lipsor, 2009.

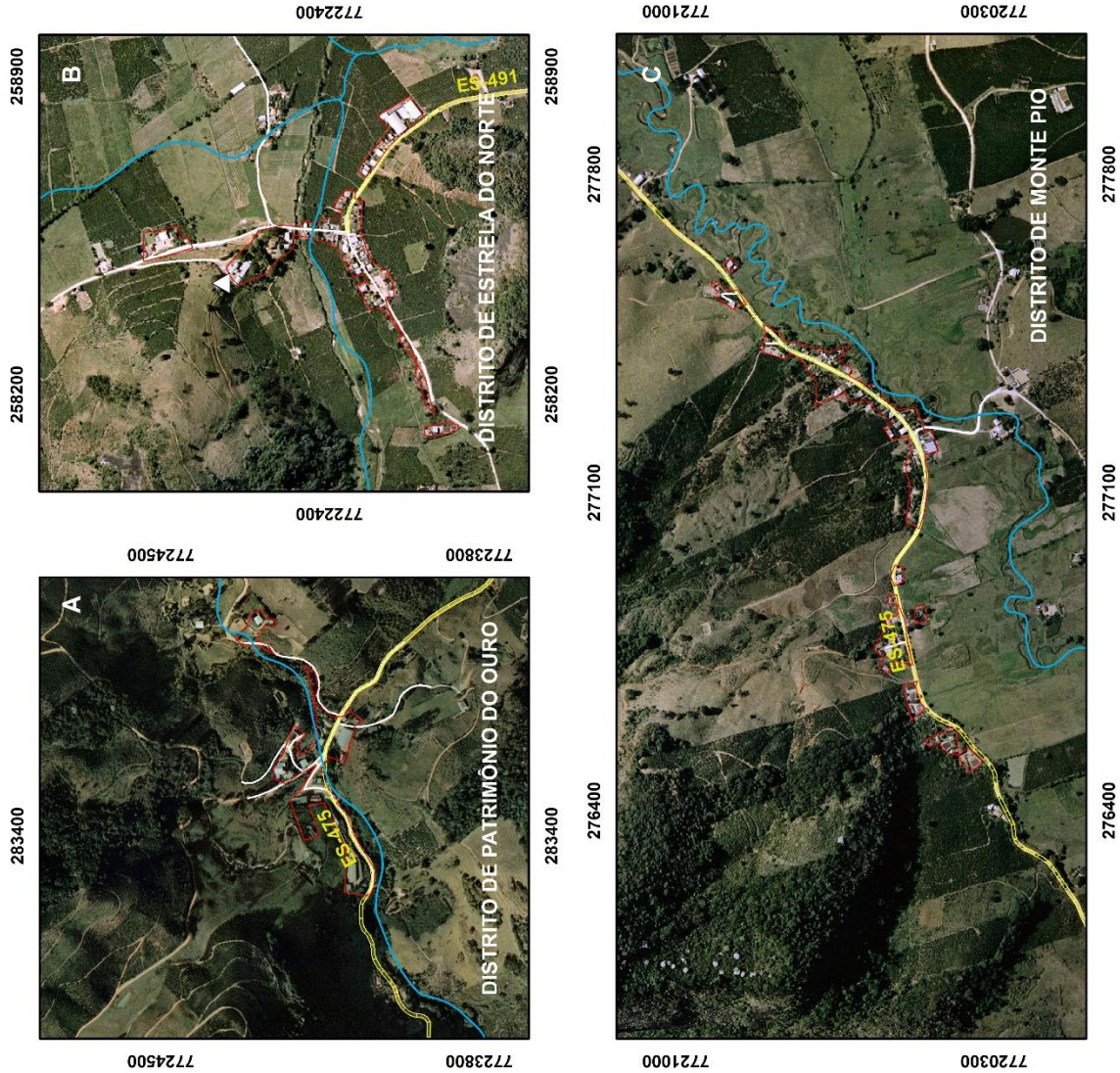
GODET, Michel; DURANCE, Philippe. *Prospectiva estratégica: problemas y métodos*. 2. ed. Paris: Lipsor, 2007.

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.

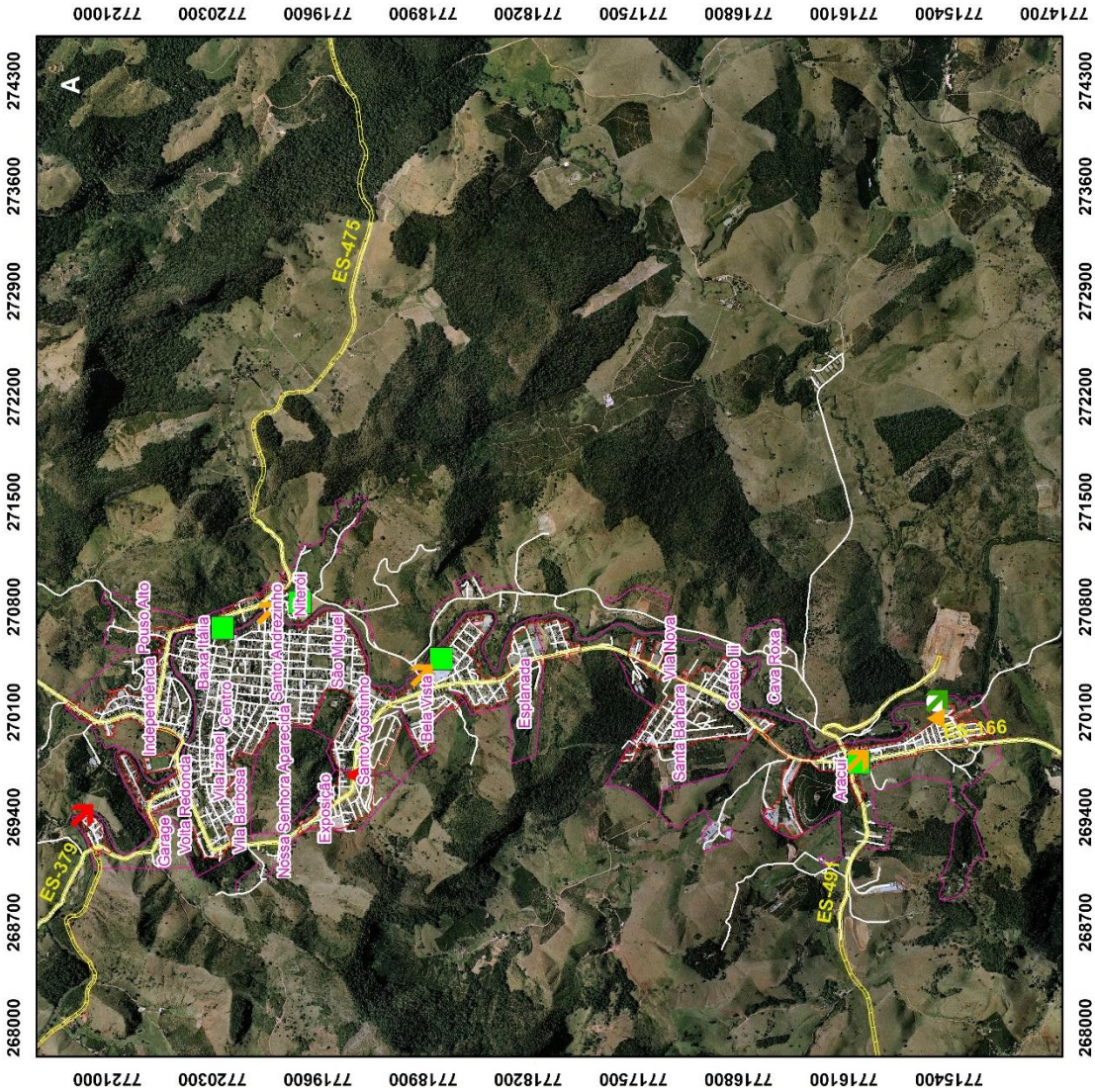
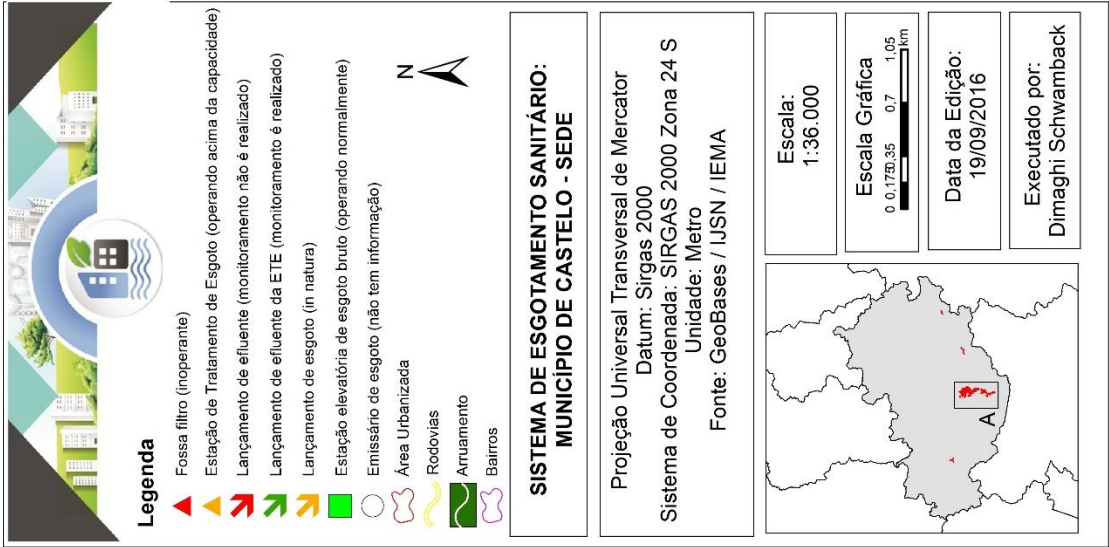
SILVEIRA, Rogério Braga; HELLER, Léo and REZENDE, Sonaly. Identificando correntes teóricas de planejamento: uma avaliação do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab). *Rev. Adm. Pública* [online]. 2013, vol.47, n.3, pp. 601-622. ISSN 0034-7612.

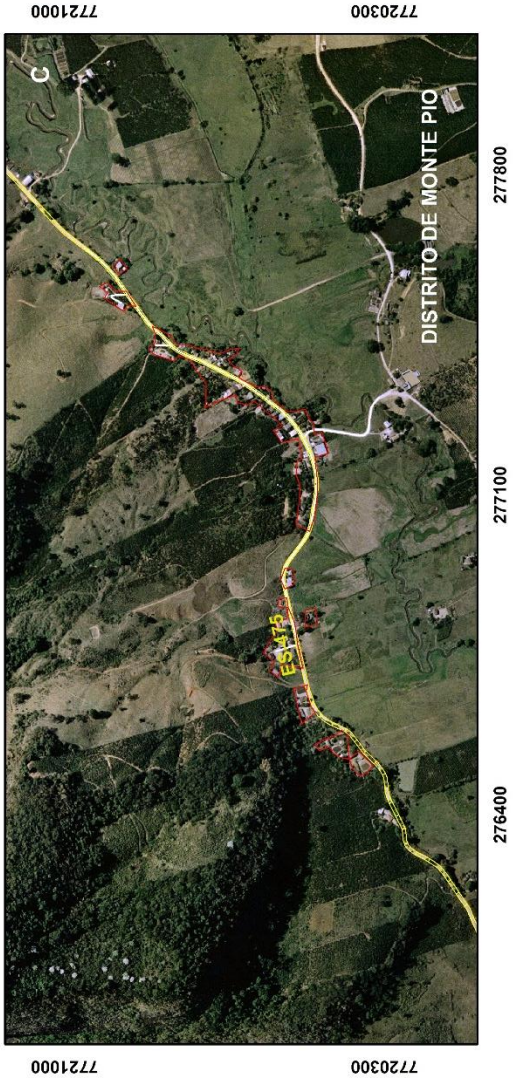
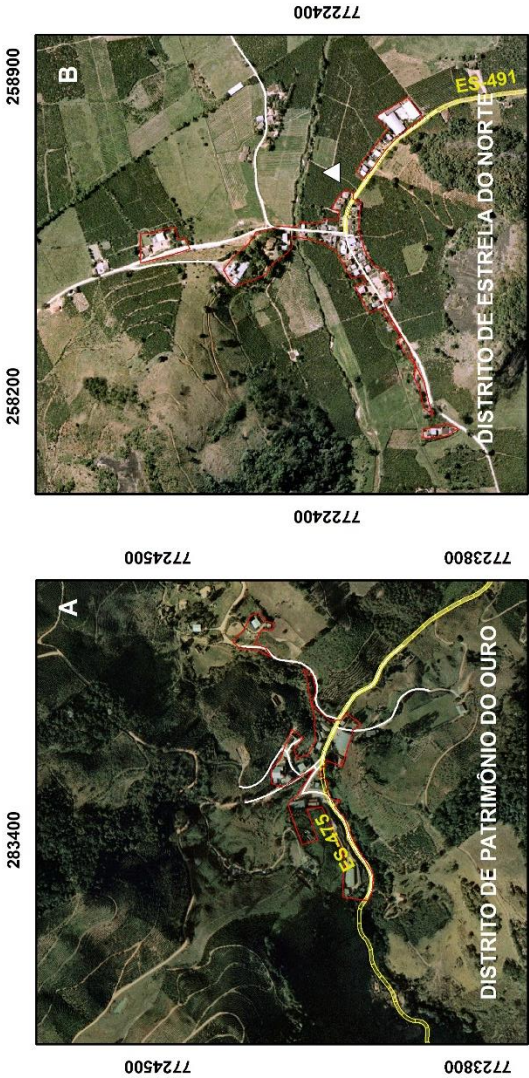
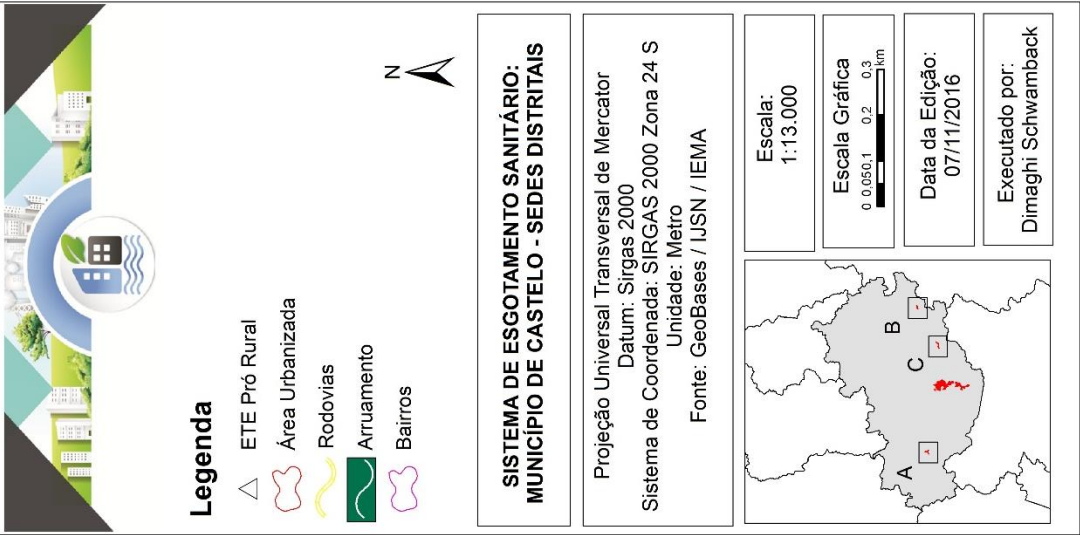
APÊNDICE A

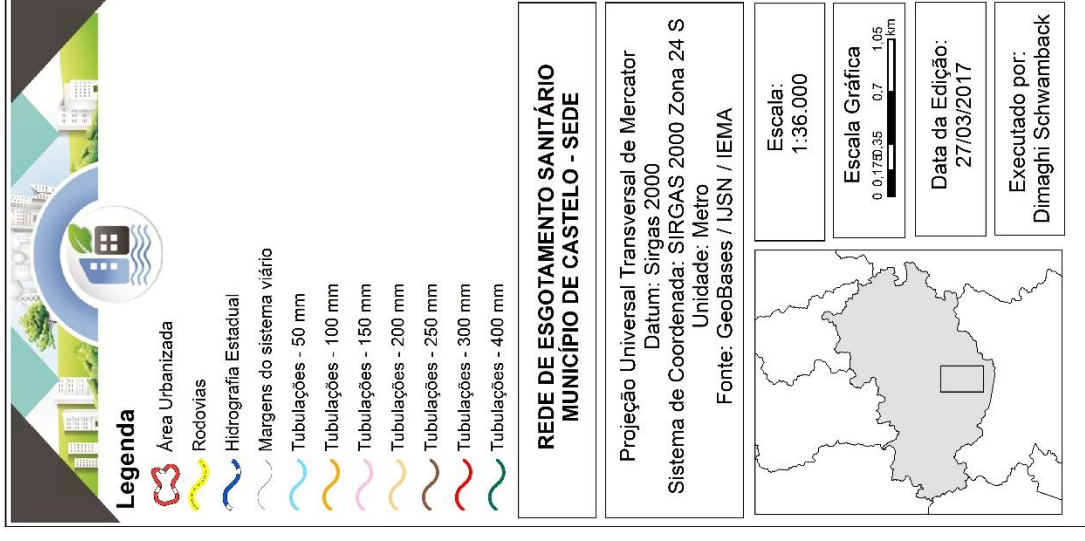
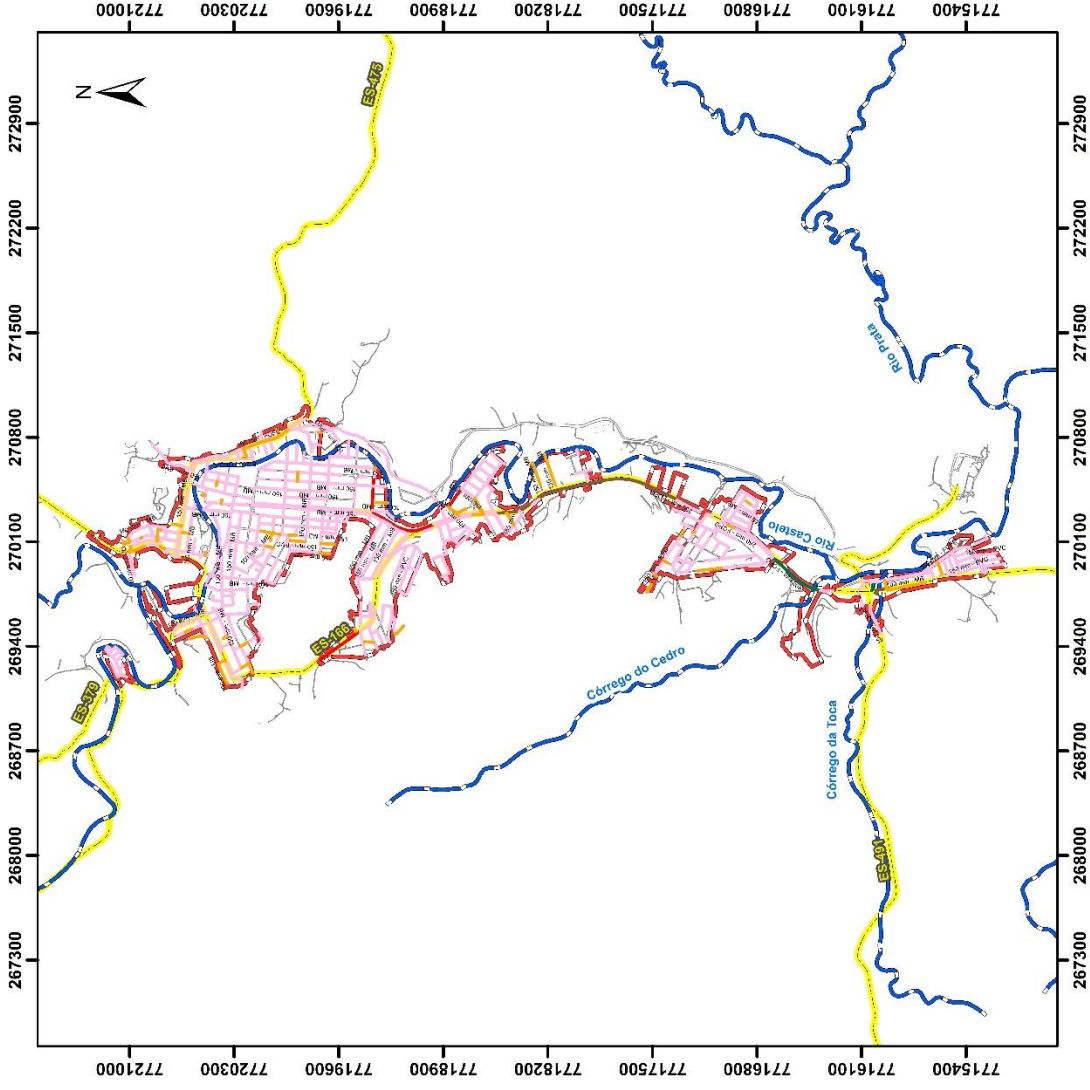




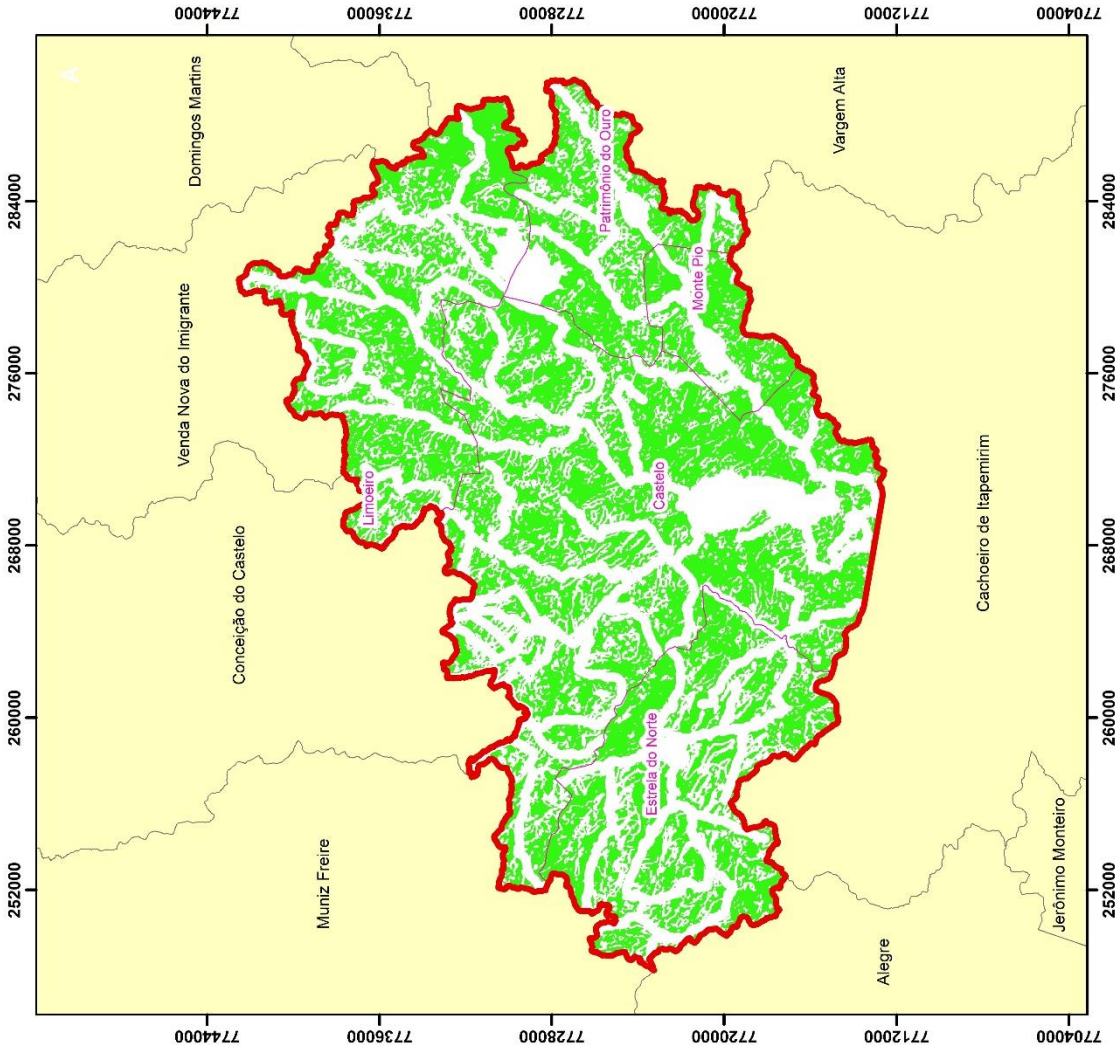
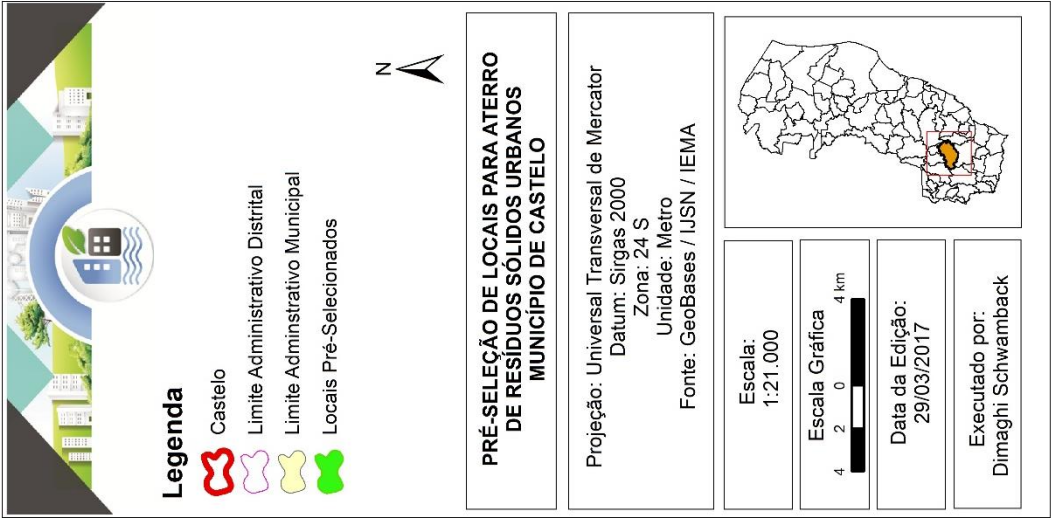
APÊNDICE B

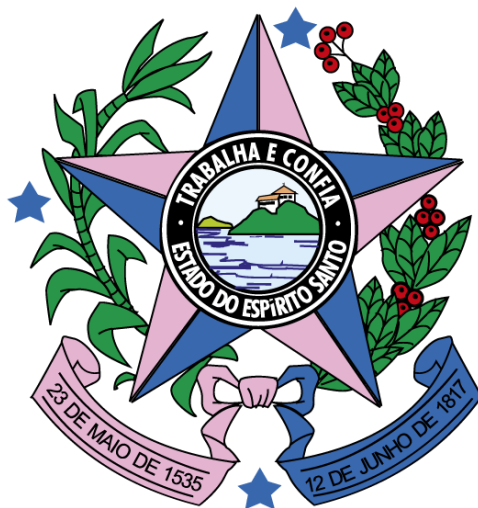






APÊNDICE C





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