UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Roberta Ferrão Hampe

O DESAFIO DE PEQUENOS MUNICÍPIOS CONSTITUÍREM PROJETOS DE IMPLANTAÇÃO DE ESGOTOS SANITÁRIOS: ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO LIBERATO SALZANO

Porto Alegre
junho 2015

ROBERTA FERRÃO HAMPE

O DESAFIO DE PEQUENOS MUNICÍPIOS CONSTITUÍREM PROJETOS DE IMPLANTAÇÃO DE ESGOTOS SANITÁRIOS: ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO LIBERATO SALZANO

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Dieter Wartchow

Porto Alegre

junho 2015

ROBERTA FERRÃO HAMPE

O DESAFIO DE PEQUENOS MUNICÍPIOS CONSTITUÍREM PROJETOS DE IMPLANTAÇÃO DE ESGOTOS SANITÁRIOS: ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO LIBERATO SALZANO

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRA CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pelos Coordenadores da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, junho de 2015

Prof. Dieter Wartchow
Dr. pela Universidade de Stuttgart
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt
Dra. pelo PPGA/UFRGS
Coordenadora

Prof. Jean Marie Désir
Dr. pelo COPPE/UFRJ
Coordenador

BANCA EXAMINADORA

Msc. Jones Souza da Silva (UFRGS)
Msc. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Msc. Mariane Kempka (UFRGS)
Msc. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dieter Wartchow (UFRGS)
Dr. pela Universidade de Stuttgart/Alemanha

Dedico este trabalho a meus pais, Roberto e Eliane, meu irmão, Eduardo, e meu namorado, Juliano.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Roberto e Eliane, pelo apoio e amor incondicionais durante toda a minha vida.

Agradeço ao meu namorado, Juliano, pela paciência, amor e incentivo, sem os quais este trabalho não seria possível.

Agradeço ao Prof. Dieter Wartchow, orientador deste trabalho, pelo aprendizado, apoio e orientação, fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Agradeço à Profa. Carin Maria Schmitt, pela disponibilidade e orientação, que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Agradeço aos Eng. Juliano Nugent da Silva e Enga. Liesbet Olaerts, pelas informações e materiais cedidos.

Agradeço aos meus amigos pela ajuda e palavras de incentivo.

A persistência é o caminho do êxito.

Charles Chaplin

RESUMO

Cerca de um terço da população mundial não tem acesso ao saneamento básico adequado. No Brasil, a carência mais expressiva é do serviço de esgotamento sanitário. Em 2013, com a criação do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), cuja elaboração foi prevista pela Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007, foram estabelecidas metas e ações visando à universalização dos serviços de saneamento básico. O Plansab foi precedido pela instituição do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), em 2007, que deu início a uma série de investimentos na infraestrutura do País, inclusive na área do saneamento, para a realização de iniciativas tais como implantação e ampliação de serviços e elaboração de planos e projetos. No entanto, ao fim do prazo previsto para o término das atividades, aproximadamente um terço das obras de saneamento foram concluídas e algumas não foram iniciadas. A evolução das obras, subsidiadas pelo PAC, denunciam a dificuldade dos municípios na elaboração e implantação de projetos, principalmente dos pequenos municípios. Neste contexto, este trabalho procurou identificar as dificuldades enfrentadas por pequenos municípios na elaboração do anteprojeto de um Sistema de Esgotamento Sanitário (SES), através do estudo de caso do município Liberato Salzano. A partir da revisão bibliográfica, buscou-se apresentar as principais partes integrantes de um SES, abrangendo o esgotamento e o tratamento de efluentes, e a solicitação de financiamento para o projeto. Posteriormente, foi elaborada uma sugestão de atividades a serem executadas para a elaboração de um anteprojeto de SES, para pequenos municípios, com o objetivo de esclarecer o processo. A seguir, as etapas foram desenvolvidas para a obtenção de uma proposta de anteprojeto de SES para o município de Liberato Salzano, por meio da análise e modificação de um projeto executivo de SES desatualizado. Por fim, apresentaram-se as dificuldades inferidas ao longo do processo. Assim, verificou-se a existência de obstáculos da ordem técnica, tais como limitação de profissionais habilitados e dados confiáveis para a elaboração e avaliação de projetos de implantação de SES.

Palavras-chave: Sistema de Esgotamento Sanitário. Pequenos Municípios. Dificuldades em anteprojetos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas da pesquisa 20
Figura 2 – Traçado da rede 30
Figura 3 – Elementos da implantação do projeto de SES 38
Figura 4 – Etapas do projeto de esgotamento sanitário 39
Figura 5 – Localização geográfica do município 47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados físicos do município 48
Tabela 2 – Diretrizes de projeto para o município 50
Tabela 3 – Parâmetros de lançamento para o corpo receptor do município 51
Tabela 4 – Dados do Sistema de Abastecimento de Água do município 52
Tabela 5 – Parâmetros de projeto do município 53
Tabela 6 – Comparação de projetos: parâmetros iniciais 54
Tabela 7 – Comparação de projetos: dimensionamento da rede coletora 55
Tabela 8 – Comparação de projetos: dimensionamento da ETE 57
Tabela 9 – Comparação de projetos: parâmetros do tratamento de esgoto 57
Tabela 10 – Comparação de projetos: eficiência do tratamento no final de plano 58
Tabela 11 – Atualização dos valores do projeto pelo IGP-DI 59

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ART – Anotação de Responsabilidade Técnica

CORSAN – Companhia Riograndense de Saneamento

Conama – Conselho Nacional do Meio Ambiente

Consema – Conselho Estadual do Meio Ambiente

CP – Caixa de Passagem

CF – Coliformes Fecais

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DBO5 – Demanda Bioquímica de Oxigênio por 5 dias, com temperatura de 20°C

DQO – Demanda Química de Oxigênio

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário

FAN – Filtro Anaeróbio com Fundo de Pedras

Fepam – Fundação Estadual de Proteção Estadual Henrique Luiz Roessler

Funasa – Fundação Nacional de Saúde

IDESE – Índice de Desenvolvimento Socioeconômico

IGP-DI – Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna

IPH – Instituto de Pesquisas Hidráulicas

IT – Inspeção Tubular

LI – Licença de Instalação

LNSB – Lei Nacional de Saneamento Básico

LO – Licença de Operação

LP – Licença Prévia

NMP – Número Mais Provável

ONU – Organização das Nações Unidas

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento

Pacs – Programas de Agentes Comunitários de Saúde

Pesms – Programa de Educação em Saúde e Mobilidade Social

Plansab – Plano Nacional de Saneamento Básico

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico

PV – Poço de Visita

QPC – Quota Per Capita

RAFA – Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente

RAFAALL – Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente Através de Leito de Lodo

SAA – Sistema de Abastecimento de Água

SEMA – Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

SES – Sistema de Esgotamento Sanitário

SNIS – Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento

SS – Sólidos Suspensos

TIL – Tubo de Inspeção e Limpeza

TL – Terminal de Limpeza

TS-FAN – Tanque Séptico-Filtro Anaeróbio

UASB – Upflow Anaerobic Sludge Blanket (reator anaeróbio de manta de lodo)

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UV – Ultravioleta

LISTA DE SÍMBOLOS

q – consumo de água efetivo *per capita* (L/hab.dia)

k_1 – coeficiente de máxima vazão diária

k_2 – coeficiente de máxima vazão horária

C_i – contribuição industrial (L/s)

I – contribuição de infiltração (L/s)

C – coeficiente de retorno

$Q_{a,máx}$ – vazão afluente máxima (L/s)

$Q_{a,méd}$ – vazão afluente média (L/s)

n – coeficiente de Manning ($m^{-1/3}$.s)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15
2 DIRETRIZES DA PESQUISA 18
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA 18
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA 18
2.2.1 Objetivo Principal 18
2.2.2 Objetivo Secundário 18
2.3 PRESSUPOSTO 18
2.4 PREMISSA 19
2.5 DELIMITAÇÕES 19
2.6 LIMITAÇÕES 19
2.7 DELINEAMENTO 19
3 SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO 22
3.1 ESGOTO SANITÁRIO 23
3.1.1 Vazões 23
3.1.2 Características 25
3.2 SISTEMAS DE COLETA E TRANSPORTE DE ESGOTOS SANITÁRIOS 27
3.3 TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DOS ESGOTOS SANITÁRIOS 30
3.3.1 Níveis 31
3.3.2 A Simplificação de Sistemas 33
3.4 PROPOSTAS DE FINANCIAMENTO DE PEQUENOS MUNICÍPIOS 35
4 GUIA PARA ANTEPROJETO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO 37
4.1 PROJETO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO 37
4.2 NORMAS TÉCNICAS 40
4.3 PROPOSTA DE GUIA DE ANTEPROJETO DE SES 40
4.3.1 Levantamento de dados e Diagnóstico do sistema existente 41
4.3.2 Definição dos parâmetros de projeto 43
4.3.3 Pré-dimensionamento de alternativas 44
4.3.4 Escolha da alternativa mais adequada 44
4.3.5 Estimativa de quantidades de serviço 45
5 APLICAÇÃO DO GUIA AO MUNICÍPIO 46
5.1 LEVANTAMENTO DE DADOS 46
5.1.1 - Dados Físicos 47
5.1.2 – Infraestrutura 48

5.1.3 – Estudos Demográficos e de Uso e Ocupação do Solo 49
5.1.4 – Legislação 49
5.1.5 - Definições 49
5.2 DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS EXISTENTES 51
5.3 DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE PROJETO 53
5.4 ANÁLISE DO PROJETO DE SES DESATUALIZADO 53
5.4.1 Parâmetros do Projeto 54
5.4.2 Dimensionamento da Rede Coletora 55
5.4.3 Dimensionamento da ETE 56
5.4.4 Eficiência Estimada do Tratamento do Esgoto 57
5.4.5 Quantidades de Serviços 59
6 ANÁLISE E CONSIDERAÇÕES FINAIS 60
REFERÊNCIAS 63
APÊNDICE A 67
APÊNDICE B 72
ANEXO A 87
ANEXO B 89

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui índices insatisfatórios de acesso aos serviços de saneamento básico, reflexo dos investimentos insuficientes no setor nas últimas décadas. Algumas ações, no entanto, demonstram o início de avanços na correção do déficit. Em 2000, o País foi signatário dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU), da qual é integrante. Segundo este documento, o Brasil busca, dentre outras metas, diminuir pela metade a população sem acesso a água potável e esgotamento sanitário adequado (UNITED NATIONS, [2008], tradução nossa).

Em 2007, foi sancionada a Lei n. 11.445, que determina a criação do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), para o estabelecimento de metas e ações direcionadas à universalização do saneamento básico (BRASIL, 2007b). No mesmo ano, foi lançado o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), cujo segmento PAC Saneamento contratou R$ 45,9 bilhões em empreendimentos de saneamento rural e urbano, durante as duas fases do programa (BRASIL, [2015b]). Em 2014, o Decreto n. 8.211 determina que, após 31 de dezembro de 2015, apenas os municípios que possuírem um Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) poderão receber recursos da União destinados a serviços de saneamento básico (BRASIL, 2014).

Apesar das iniciativas governamentais visando ao desenvolvimento dos serviços de saneamento prestados pelos municípios, as deficiências verificadas no setor são expressivas, principalmente quanto aos serviços de esgoto sanitário. Um significativo número de pequenos municípios não conta com acesso ao esgotamento sanitário adequado. Da mesma forma, as porcentagens de conclusão das obras de saneamento financiadas pelo PAC denunciam a existência de dificuldade de elaboração e implantação de projetos de saneamento, uma vez que menos de um terço dos 6.069 empreendimentos contratados foi concluído (BRASIL, [2015b]).

A Fundação Nacional de Saúde (Funasa), órgão executivo do Ministério da Saúde, responsável em promover ações de saneamento na área de Engenharia de Saúde Pública, é responsável por diversas obras de saneamento do PAC. Uma das categorias de investimento

do plano, sob responsabilidade da Funasa, é constituída por municípios com até 50.000 habitantes (BRASIL, 2007a, p. 14), como é o caso do município de Liberato Salzano, no Rio Grande do Sul.

Liberato Salzano, emancipado dos municípios de Constantina e Nonoai em 1964, está localizado próximo à fronteira Norte do estado do Rio Grande do Sul e possui área de 245,6 km². Segundo o Censo Demográfico de 2010, a população corresponde a 5.780 salzanenses, dos quais 1.297 são habitantes urbanos e 4.483, rurais. Dos 1.827 domicílios informados pelo Censo, apenas 4,4% possui saneamento básico adequado (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA, c2014a). Em 2013, iniciou-se o desenvolvimento do Plano Municipal de Saneamento Básico, financiado com R$ 200 mil em recursos repassados pela Funasa (LIBERATO SALZANO, 2013).

O repasse de investimentos a pequenos municípios é fundamental para a execução das obras de esgotamento sanitário, que apresentam custos bastante elevados. No entanto, percebe-se a existência de demais empecilhos à implantação dos Sistemas de Esgotamento Sanitário, constatado que algumas municipalidades recebem recursos, mas não são capazes de aplica-los ou tardam em utilizá-los. As dificuldades são observadas desde a fase de solicitação de financiamento. Segundo Silva (2010, p. 68), "A apresentação dos projetos [à Funasa] é pautada pela não observância de critérios técnicos de dimensionamento hidráulico das redes, da contemplação de etapa útil e da viabilidade do projeto.".

Neste contexto, o estudo de caso deste trabalho busca a identificação das dificuldades enfrentadas por pequenos municípios na elaboração de projetos de Sistemas de Esgotamento Sanitário (SES), através do acompanhamento do desenvolvimento de um anteprojeto de SES para o município Liberato Salzano. Segundo a Funasa, um projeto de Engenharia, assim como um projeto de SES, é constituído por (BRASIL, 2006, p. [7]):

> a) estudos de concepção [anteprojeto], conjunto de estudos e conclusões referentes ao estabelecimento de todas as diretrizes, parâmetros e definições necessárias e suficientes para a caracterização completa do sistema a projetar [...];
>
> b) projeto básico, conjunto de elementos necessários e suficientes, com precisão adequada, para caracterizar a obra e o serviço, ou o complexo de obras ou serviços objeto da licitação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade do empreendimento, e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução;

> c) projeto executivo, conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, de acordo com as normas pertinentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

No capítulo 2, são apresentadas as diretrizes da pesquisa. No capítulo 3, expõe-se a pesquisa bibliográfica realizada para o desenvolvimento do trabalho e aborda-se as principais características do esgoto e sistemas relacionados, além dos procedimentos para obtenção de financiamento.

O capítulo 4 apresenta uma proposta de etapas que colaboram para o desenvolvimento de um anteprojeto de Sistema de Esgotamento Sanitário. Através da sequência, pretende-se fornecer uma ferramenta não apenas para auxiliar na elaboração de um anteprojeto, mas permitir a avaliação técnica de uma proposta de sistema.

No capítulo 5, o procedimento desenvolvido é aplicado ao município de Liberato Salzano, para a elaboração de uma proposta de anteprojeto para o município, através da atualização de um projeto existente (trabalho não publicado)[1]. No capítulo 6, são apresentadas e discutidas as dificuldades percebidas no acompanhamento do desenvolvimento do anteprojeto da cidade.

Dessa forma, o estudo de caso deste trabalho refere-se ao acompanhamento dos procedimentos para o desenvolvimento do anteprojeto de um SES, bem como à formulação de uma proposta de etapas para a elaboração e análise de um anteprojeto. O trabalho também aponta as dificuldades enfrentadas por pequenos municípios na concepção e implantação de projetos de Sistemas de Esgotamento Sanitário.

[1] Informação obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: quais aspectos dificultam a elaboração de um anteprojeto de um Sistema de Esgotamento Sanitário para pequenos municípios?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundário e são descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal do trabalho é a verificação e descrição das dificuldades percebidas no acompanhamento do desenvolvimento de anteprojeto de Sistema de Esgotamento Sanitário para a cidade de Liberato Salzano.

2.2.2 Objetivo secundário

O objetivo secundário do trabalho é a elaboração de um guia com os procedimentos necessários para a elaboração de anteprojeto de Sistema de Esgotamento Sanitário.

2.3 PRESSUPOSTO

O trabalho tem por pressuposto que são válidos e suficientes os parâmetros, diretrizes e condições para projeto de Sistema de Esgotamento Sanitário estabelecidos por:

a) NBR 9648:1986 – Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário;
b) NBR 9649:1986 – Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário;

c) NBR 12.207:1992 – Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário;

d) NBR 12.208:1992 – Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário;

e) NBR 12.209:1992 – Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário;

f) NBR 7229:1993 – Projeto, Construção e Operação de Sistemas de Tanques Sépticos;

g) NBR 13969:1997 – Tanques Sépticos – Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final dos Efluentes Líquidos – Projeto, Construção e Operação;

h) **Apresentação de Projetos de Sistemas de Esgotamento Sanitário,** manual de orientações técnicas publicado pela Fundação Nacional de Saúde (BRASIL, 2006).

2.4 PREMISSA

O trabalho tem por premissa que os corpos técnico-administrativos dos municípios têm dificuldades para elaborar projetos de implantação de Sistemas de Esgotamento Sanitário e esta é uma das causas da não apresentação adequada desses documentos aos órgãos federais.

2.5 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se ao acompanhamento do anteprojeto de Sistema de Esgotamento Sanitário da cidade de Liberato Salzano.

2.6 LIMITAÇÕES

É limitação do trabalho a adoção do sistema de coleta de esgotos do tipo separador absoluto.

2.7 DELINEAMENTO

O trabalho será realizado através das etapas apresentadas a seguir, que estão representadas na figura 1, e são descritas nos próximos parágrafos:

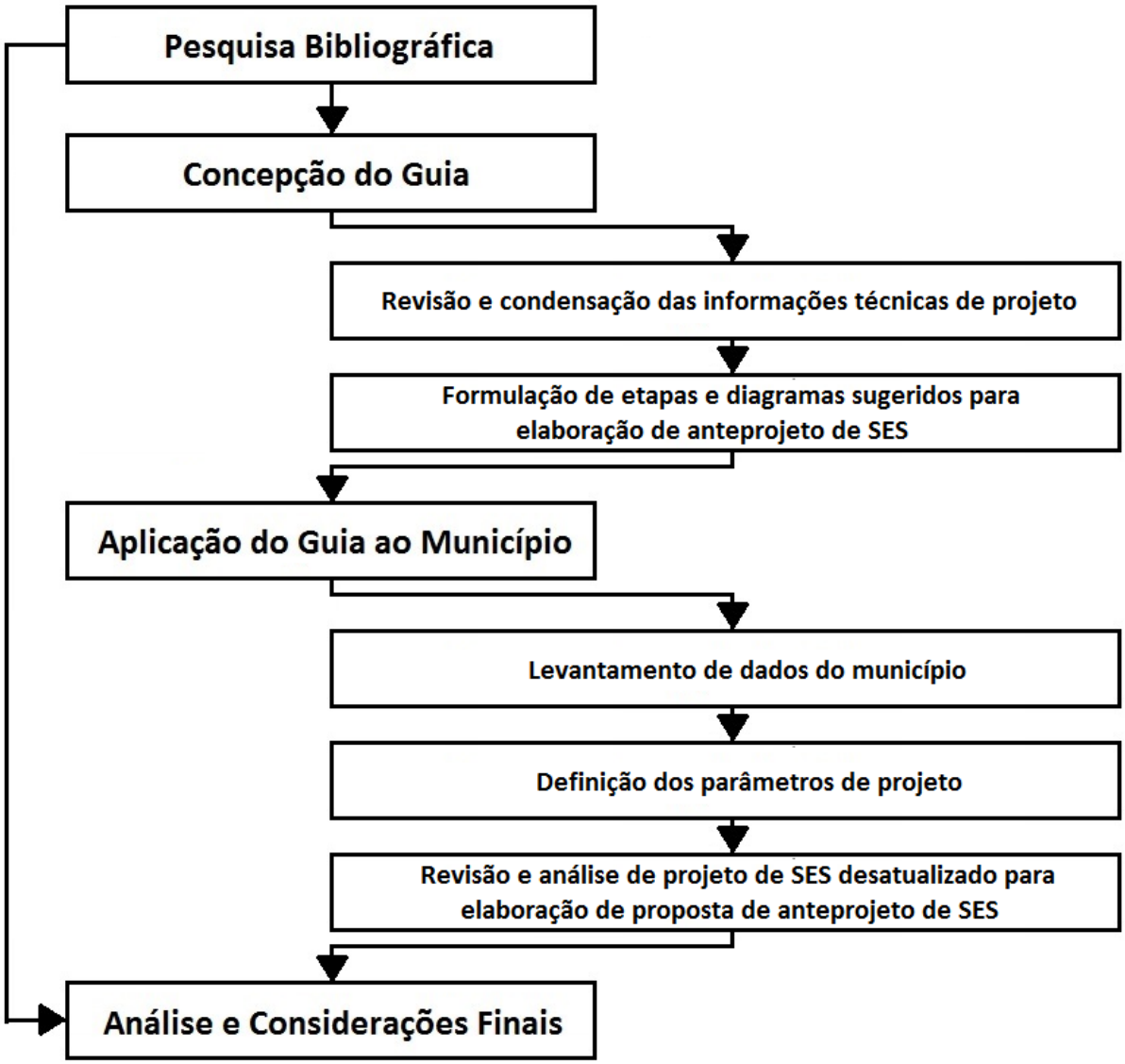
a) pesquisa bibliográfica;

b) concepção do guia;

c) aplicação do guia à cidade de Liberato Salzano;

d) análise e considerações finais.

Figura 1 – Etapas da pesquisa



(fonte: elaborada pela autora)

A pesquisa bibliográfica foi realizada por meio de consulta a livros, publicações, normas e manuais técnicos. A etapa teve por objetivo o estudo teórico das soluções de esgotamento sanitário convencionais e a coleta de dados sobre o procedimento de financiamento envolvido, para fundamentar a elaboração da proposta de guia de anteprojeto de Sistema de Esgotamento Sanitário.

A seguir, foi realizada a concepção da sugestão de guia através da revisão das informações técnicas de projeto obtidas anteriormente, com base na legislação brasileira vigente. O objetivo desta etapa foi a formulação de um documento de orientação à elaboração de

anteprojeto de Sistema de Esgotamento Sanitário, favorecendo o entendimento do processo. O grau de detalhamento e a organização do guia visam à criação de uma ferramenta efetivamente facilitadora ao desenvolvimento de projeto.

Nesta etapa, as atividades propostas pela NBR 9.648 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986a), para a elaboração de anteprojeto de SES, foram organizadas em grupos e esclarecidas, sempre que possível, por meio de diagramas e considerações práticas verificadas na bibliografia. Da mesma forma, os requisitos necessários à elaboração de projetos de SES foram expostos de maneira facilitada.

A etapa seguinte de aplicação do guia à cidade de Liberato Salzano consistiu na verificação do emprego do guia ao município. Primeiramente, foram levantados os dados sobre o município, necessários à formulação do anteprojeto de SES. As informações foram obtidas junto aos órgãos locais, municipais e federais, através de documentos, dados censitários e informações sistematizadas. Alguns dados necessários foram obtidos junto à equipe do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), responsável pela elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico de Liberato Salzano.

A seguir, foi elaborada uma proposta de anteprojeto de SES para o município, através da execução da sequência de atividades desenvolvida, baseada na atualização de um projeto executivo de SES disponível na cidade, porém defasado em 9 anos. A avaliação do projeto desatualizado visou à qualificação da concepção básica apresentada, permitindo a determinação do aproveitamento da proposta.

Finalmente, a análise e considerações finais resultaram na avaliação das informações alcançadas. Assim, foram observados os fatores com maior potencial de contribuição para a dificuldade de elaboração e implantação de projeto de Sistema de Esgotamento Sanitário, através da consideração do anteprojeto. Por fim, o trabalho foi encerrado com a apreciação crítica das suposições desenvolvidas quanto à realidade dos pequenos municípios, bem como com recomendações.

3 SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Um Sistema de Esgotamento Sanitário é composto por coleta, transporte, tratamento e disposição final de esgotos. O manejo adequado dos esgotos de uma comunidade, alcançado através de um sistema eficaz, produz benefícios como (VON SPERLING et al., 1995, p. 113):

a) melhoria das condições sanitárias locais;
b) preservação ambiental;
c) redução de riscos à saúde humana;
d) economia financeira no setor de saúde pública;
e) melhorias estéticas do local.

Segundo dados censitários, até 2008, 45% dos municípios brasileiros ainda não contavam com o serviço de esgotamento sanitário por rede coletora (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, [2010]). Conforme Azevedo Netto (1971a, p. 5), "Nesta década não se pode considerar como 'civilizada' uma cidade que não disponha de serviços essenciais, como são os de água e esgoto.". Em 2012, 2,5 bilhões da população mundial não contava com soluções adequadas de esgotamento sanitário (UNITED NATIONS, [2008], tradução nossa).

Em 2007, com a aprovação da Lei n. 11.445 – a Lei Nacional de Saneamento Básico (LNSB) – e do PAC, verificou-se a busca pela melhoria dos serviços de saneamento no País. O PAC previa a aplicação de R$ 40 bilhões em obras de saneamento básico, que é composto pelos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana (DUTRA, 2009, p. 574).

A Funasa, órgão executivo do Ministério da Saúde, é responsável pela distribuição do recurso a municípios com até 50 mil habitantes. O incentivo é fundamental para as municipalidades que, por si, não poderiam arcar com investimentos da ordem observada no setor de saneamento. No entanto, os pequenos municípios ainda apresentam baixos níveis de atendimento dos serviços de esgoto, o que é um indicativo da existência de dificuldades na concepção e implantação de projetos de Sistemas de Esgotamento Sanitário.

Este capítulo apresenta os principais conceitos relacionados ao esgoto sanitário, bem como os sistemas utilizados para o escoamento e tratamento do mesmo. Também são abordadas as propostas de financiamento demandadas pela Funasa.

3.1 ESGOTO SANITÁRIO

Segundo Von Sperling (1996, p. 59), "A característica dos esgotos é função dos usos à qual a água foi submetida. Esses usos, e a forma com que são exercidos, variam com o clima, situação social e econômica, e hábitos da população.". Utilizam-se parâmetros físicos, químicos e biológicos a fim de caracterizar os esgotos, ou águas residuárias, quanto a seu potencial poluente. Em geral, a identificação de cada um dos diversos componente encontrados no efluente não tem aplicação direta na concepção do tratamento dos esgotos sanitários e, por tanto, não é realizada (VON SPERLING, 1996, p. 59).

Os esgotos podem ser classificados quanto à sua origem. De acordo com Von Sperling (1996, p. 51), as três principais fontes dos esgotos sanitários são:

> a) esgotos domésticos (incluindo residências, instituições e comércio);
>
> b) águas de infiltração;
>
> c) despejos industriais (diversas origens e tipos de indústrias).

3.1.1 Vazões

Segundo a NBR 9.648 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986a, p. 1, grifo do autor), esgoto sanitário é o despejo líquido composto por:

> **[...] Esgoto doméstico**
>
> Despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas.
>
> **[...] Esgoto industrial**
>
> Despejo líquido resultante dos processos industriais, respeitados os padrões de lançamento estabelecidos.
>
> **[...] Água [..] [de] infiltração**
>
> Toda água, proveniente do subsolo, indesejável ao sistema separador e que penetra nas canalizações.

> [...]
>
> **[...] Contribuição pluvial parasitária**
>
> Parcela de deflúvio superficial inevitavelmente absorvida pela rede coletora de esgoto sanitário.

A vazão de esgotos domésticos depende dos fatores (ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 1999, p. [37]):

> a) população da área de projeto;
>
> b) contribuição per capita;
>
> c) coeficiente de retorno água/esgoto;
>
> d) coeficientes de vazão.

O estudo demográfico da área em interesse é baseado em informações cuja qualidade pode contribuir para erros de projeção populacional. Assim como a precisão dos dados, fatores tais como o tamanho da área estudada e o tempo de projeto apresentam fatores importantes para a exatidão do estudo: áreas pequenas e períodos de tempo longos, em geral, contribuem para erros de estimativa de população (ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 1999, p. [37] – 38).

A contribuição per capita, também chamada *Quota Per Capita* (*QPC*), varia em função do consumo médio diário da população do município ou da localidade estudada. Ainda para a caracterização da vazão doméstica de esgotos, utiliza-se o coeficiente de retorno correspondente à relação entre a água fornecida aos domicílios e a água que efetivamente retorna ao esgoto, dado que existem perdas no sistema. O valor adotado para o coeficiente é de 80%, na maioria dos casos (ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 1999, p. 52; VON SPERLING, 1996, p. 116).

Com os dados da população, contribuição e retorno, calcula-se a vazão média de esgoto doméstico. Uma vez que a vazão tende a variar ao longo do dia, empregam-se os coeficientes de vazão de modo a ajustá-la para sua utilização no projeto de sistemas de esgoto (VON SPERLING, 1996, p. 53).

A vazão decorrente dos processos industriais depende do tipo, porte e quantidade de indústrias na região. A avaliação do consumo industrial deve considerar o volume de água consumida, a origem do recurso hídrico e a existência de sistemas de tratamento de água na

própria indústria. Assim como o consumo, para o projeto de sistemas de esgoto sanitário, precisa-se verificar a vazão dos despejos e os pontos de lançamento dos mesmos (VON SPERLING, 1996, p. 117).

A vazão de infiltração e a contribuição pluvial parasitária representam a parcela indesejada de águas que adentram o sistema de esgotamento sanitário. Segundo Pera (1971, p. 12),

> Nos sistemas separadores há predominância dos esgotos [...] [domésticos] e industriais, mas a inevitável existência de infiltrações, de ligações clandestinas de águas pluviais e outros defeitos da rede, sempre possibilitam admissão de águas que provocam a diluição do esgoto propriamente dito.

3.1.2 Características

O esgoto doméstico é composto por aproximadamente 0,1% de sólidos e 99,9% de água. Apesar de pequena, a parcela sólida tem grande potencial contaminante, levando à necessidade de tratamento adequado dos despejos (VON SPERLING et al., 1995, p. 117).

A fração das águas residuárias correspondente a 0,1% contém microrganismos, sólidos orgânicos, inorgânicos, suspensos e dissolvidos. Alguns desses compostos são de difícil identificação ou, até mesmo, sua determinação não afeta consideravelmente o projeto do sistema de esgoto em questão. Dessa forma, as características dos poluentes dos esgotos são determinadas indiretamente por meio de parâmetros físicos, químicos e biológicos, possibilitando a caracterização poluente dos despejos. (VON SPERLING, 1996, p. 59)

Os principais parâmetros físicos dos esgotos correspondem a (SPELLMAN, c2009, p. 673, tradução nossa):

> a) cor – as águas residuárias geralmente possuem coloração cinza amarronzada clara; Contudo, as águas residuárias típicas são cinza e têm aparência turva. A cor das águas residuárias varia significativamente quando se permite que tornem-se sépticas (caso o tempo de transporte no sistema coletor aumente). As águas residuárias sépticas características têm cor preta;
>
> b) odor – Os odores das águas residuárias domésticas são causados pela produção de gases da decomposição da matéria orgânica ou de outras substâncias presentes nas águas residuárias. Águas residuárias frescas possuem odor de mofo. Se as águas residuárias se tonam sépticas, o odor varia significativamente para um odor de ovo podre associado com a produção de sulfeto de hidrogênio;
>
> c) temperatura – a temperatura das águas residuárias é, frequentemente, superior à da água de abastecimento devido à adição de água quente por domicílios e

> plantas industriais; Contudo, quantidades significativas de vazões de infiltração ou águas pluviais podem causar grandes variações de temperatura;
>
> d) vazão – o volume real das águas residuárias é muito usado como uma caracterização física das águas residuárias e normalmente é expresso em termos de galões por pessoa por dia [no Brasil, utiliza-se litros por pessoa por dia] [..].

As principais características químicas dos despejos domésticos são (SPELLMAN, c2009, p. 673-674, tradução nossa):

> a) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) – parâmetro que representa a quantidade de matéria biodegradável presente no esgoto;
> b) Demanda Química de Oxigênio (DQO) – parâmetro que representa a quantidade de matéria oxidante presente no esgoto;
> c) gases dissolvidos – o tipo e quantidade de gases encontrados pode variar;
> d) nitrogênio – o nitrogênio orgânico sofre transformações devido ao ciclo do nitrogênio que o decompõe em diferentes compostos;
> e) pH – o pH expressa a característica ácida do efluente;
> f) alcalinidade – a alcalinidade expressa a capacidade do efluente em neutralizar ácidos;
> g) fósforo – o fósforo é um nutriente essencial para a atividade biológica;
> h) sólidos – os sólidos presentes no esgoto podem ser divididos em orgânicos, inorgânicos, suspensos e dissolvidos;
> i) água – a água constitui a maior parte dos efluentes, mesmo em efluentes com alto grau de poluição.

Os principais parâmetros biológicos, ou microrganismos, encontrados nos esgotos são bactérias, protozoários, rotíferos, vírus, algas, fungos e nematoides. Esses organismos se desenvolvem com facilidade nos mais diversos ambientes. A maioria dos microrganismos não é patogênica, no entanto, deve-se dar atenção aos organismos causadores de doenças (SPELLMAN, c2009, p. 444, tradução nossa). A detecção de organismos patogênicos é realizada de forma indireta por meio das bactérias chamadas coliformes fecais. Devido ao número considerável de agentes patogênicos que se pode encontrar nas águas residuárias, a detecção direta dos organismos é inviável. Dessa forma, presume-se que a quantidade de coliformes fecais medida no efluente é proporcional aos microrganismos prejudiciais à saúde (PERA, 1971, p. 16).

3.2 SISTEMAS DE COLETA E TRANSPORTE DE ESGOTOS SANITÁRIOS

Os Sistemas de Esgotamento Sanitário são divididos em individuais e coletivos. No primeiro, o esgoto doméstico proveniente de uma unidade habitacional é lançado, em geral, em um tanque séptico e o efluente é direcionado a um dispositivo de tratamento, seguindo orientação da NBR 13.969. Esta solução pode ser empregada satisfatoriamente em locais de habitações esparsas, cujo solo apresenta boas condições de infiltração e o nível d'água encontra-se a uma profundidade adequada, protegido do risco de contaminação por microrganismos do esgoto (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997; VON SPERLING et al., 1995, p. 121-122).

No entanto, com o crescimento populacional de uma região e consequente aumento da ocupação das terras, o sistema individual deixa de constituir uma alternativa adequada, dando lugar a sistemas coletivos de esgotamento. Estes sistemas, separados em unitário e separador, são compostos por canalizações que conduzem os despejos de uma população ao destino final (VON SPERLING et al., 1995, p. 124-125).

No sistema unitário, os esgotos domésticos e industriais, as águas de infiltração e contribuição pluvial parasitária são conduzidos em conjunto com as águas pluviais, em tubulação única. O sistema foi criado e implantado com sucesso em regiões frias e subtropicais, com baixa incidência de chuvas, e capazes de investir adequadamente em obras públicas de grande porte (ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 1999, p. 2-3). Porém, o sistema pode apresentar inconvenientes em locais com maior incidência de chuvas e recursos financeiros limitados, como no Brasil, onde o sistema unitário não é utilizado. As principais desvantagens do sistema unitário são (VON SPERLING et al., 1995, p. 125, grifo do autor):

> a) grandes dimensões das canalizações;
>
> b) custos iniciais elevados;
>
> c) riscos de refluxo do esgoto sanitário para o interior das residências, por ocasião das cheias;
>
> d) as estações de tratamento não podem ser dimensionadas para tratar toda a vazão que é gerada no período de chuvas. Assim, uma parcela de esgotos sanitários não tratados que se encontram diluídos nas **águas pluviais** será extravasada para o corpo receptor, sem sofrer tratamento;
>
> e) ocorrência do mau cheiro proveniente de bocas de lobo e demais pontos do sistema;

> f) o regime de chuvas torrencial no país demanda tubulações de grandes diâmetros, com capacidade ociosa no período seco.

O sistema coletivo adotado no Brasil é o separador absoluto, que coleta o esgoto sanitário separadamente das águas pluviais. Este sistema apresenta diversas vantagens em relação ao sistema unitário, tais como (VON SPERLING et al., 1995, p. 126, grifo do autor):

> a) o afastamento das **águas pluviais** é facilitado, pois pode-se ter diversos lançamentos ao longo do curso d'água, sem necessidade de seu transporte [...] [percorrer] longas distâncias;
>
> b) menores dimensões das canalizações de coleta e afastamento das **águas residuárias**;
>
> c) possibilidade de emprego de diversos materiais para as tubulações de esgotos, tais como tubos cerâmicos, de concreto, PVC ou, em casos especiais, ferro fundido;
>
> d) redução dos custos e prazos de construção;
>
> e) possível planejamento de execução das obras por partes, considerando a importância para a comunidade e possibilidades de investimentos;
>
> f) melhoria das condições de tratamento dos esgotos sanitários;
>
> g) não ocorrência de extravasão dos esgotos nos períodos de chuva intensa, reduzindo-se a possibilidade de poluição dos corpos d'água.

Fatores como custo reduzido e maior flexibilidade de planejamento da execução podem contribuir para a maior acessibilidade de pequenos municípios aos serviços de esgoto sanitário, considerando que muitos dispõem de recursos financeiros limitados. Contudo, segundo Alem Sobrinho e Tsutiya (1999, p. 4), o encaminhamento de águas pluviais ao sistema pode prejudicar seu bom desempenho, de modo que a realização de um controle efetivo para evitar esse tipo de lançamento é indispensável para o sucesso do sistema separador.

As principais partes do sistema separador consistem em (ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 1999, p. 5-6):

> a) canalizações, que recebem e conduzem os esgotos;
> b) sifão invertido, utilizado para superar obstáculos;
> c) corpo d'água receptor, onde ocorrem os lançamentos de esgotos;
> d) estação elevatória, necessária à elevação dos esgotos de cotas mais baixas para cotas mais altas;
> e) estação de tratamento, onde os esgotos são tratados.

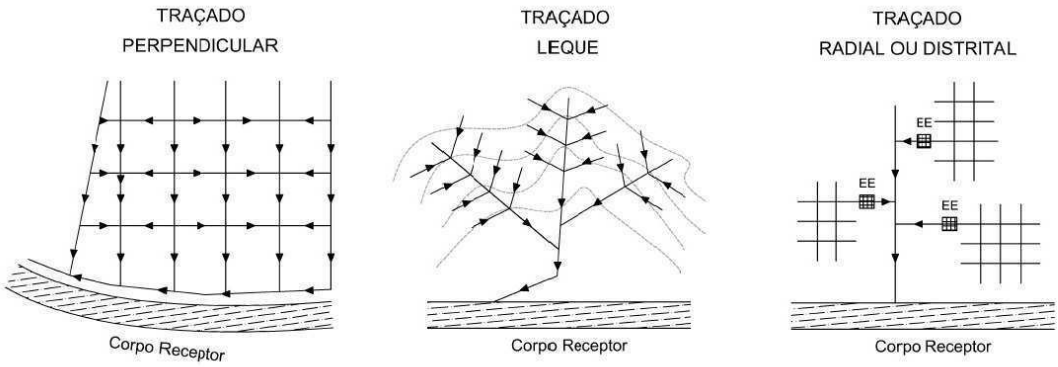
Adicionalmente, órgãos acessórios são previstos nas canalizações com o objetivo de evitar e minimizar possíveis obstruções nos pontos singulares das tubulações, bem como de permitir o acesso de equipamentos e indivíduos nesses pontos. Há alguns anos, os poços de visita eram muito utilizados para desempenhar essas funções, mas, devido ao seu custo elevado, vem sendo substituído por dispositivos mais simples e econômicos, tais como (ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 1999, p. 14-15):

a) terminal de limpeza (TL) – localizado no início da rede coletora, o terminal de limpeza permite o acesso de equipamentos de limpeza à tubulação, de modo que substitui os poços de visita nesses locais;
b) caixa de passagem (CP) – as caixas de passagem são câmaras sem acesso executadas para interligar as tubulações em locais de curvas ou mudanças de declividade;
c) tubo de inspeção e limpeza (TIL) – dispositivo que permite a inspeção visual e a introdução de equipamentos de limpeza.

A rede de esgotos é o conjunto das canalizações e acessórios destinados a escoar livremente os despejos por ação da gravidade, de forma que seu traçado está fortemente atrelado à topografia da região a ser implantada. Condutos de menor diâmetro, localizados em altitudes mais elevadas, conectam-se a condutos de maior diâmetro, em altitudes inferiores, sucessivamente, até atingirem os coletores tronco do sistema. Os principais tipos de rede, conforme a figura 2, são (ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 1999, p. 15; MARTINS, 1972, p. [275]-279):

a) perpendicular – utilizado em regiões circundadas por cursos d'água, os esgotos da cidade são direcionados a um interceptor para posteriormente serem dispostos de modo adequado. O traçado é composto por diversos coletores tronco dispostos de forma aproximadamente perpendicular ao curso d'água;
b) leque – empregado em terrenos acidentados ou locais densamente construídos, os esgotos são conduzidos pelos coletores secundários aos coletores tronco, localizados na parte mais baixa das bacias, de forma semelhante a um leque ou uma espinha de peixe;
c) radial ou distrital – adotado em regiões planas, os esgotos são conduzidos a vários pontos de concentração e, em seguida, direcionados ao setor ou distrito adjacente, ou para o destino final.

Figura 2 – Traçado da rede



(fonte: baseada em ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 1999, p. 16-17)

3.3 TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DOS ESGOTOS SANITÁRIOS

O tratamento dos esgotos tem por objetivo a remoção de poluentes presentes no despejo, de modo que se preserve a qualidade do corpo d'água para o qual os esgotos, depois de tratados, são destinados (VON SPERLING et al., 1995, p. 140-142). Dessa forma, os padrões de lançamento de efluentes são regulamentados pela legislação ambiental vigente, a Resolução n. 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005). É necessário verificar a existência de legislação estadual ou municipal mais restritiva, tal como a Resolução n. 128 do Conselho Estadual do Meio Ambiente (Consema), de 7 de dezembro de 2006, que vigora no Estado do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2006).

Os tipos de tratamento de esgotos são classificados de acordo com o grau de eficiência da remoção dos poluentes que as soluções podem promover. A eficiência almejada pelo tratamento deve ser definida nas fases iniciais do projeto, levando-se em consideração a realidade local e possibilidade de recursos para o financiamento do projeto (VON SPERLING, 1996, p. 211).

No processo de escolha da solução de tratamento de esgotos mais adequada, deve-se levar em consideração a dificuldade de implantação e operação da alternativa avaliada. Segundo Andrade Neto (1997, p.17), "Nas condições da realidade brasileira atual, a adoção de sistemas simples para tratamento dos esgotos sanitários, mais do que desejável, é uma necessidade imperativa.".

3.3.1 Níveis

Anteriormente à elaboração do projeto de tratamento de esgotos, são realizados estudos preliminares ou estudos de concepção, que incluem a avaliação das águas residuárias, a definição do nível de tratamento desejado e a análise de alternativas para o tratamento do esgoto. A fase de definição dos objetivos de tratamento é fundamental para o correto dimensionamento do sistema (VON SPERLING, 1996, p. 227-228).

A eficiência requerida nos processos de tratamento pode variar em função do grau de poluição dos despejos, da qualidade exigida para o lançamento no corpo receptor e de fatores econômicos, dentre outros. Os níveis de tratamento dos esgotos domésticos que podem ser obtidos são (VON SPERLING et al., 1995, p. 143):

> a) preliminar;
>
> b) primário;
>
> c) secundário;
>
> d) terciário (apenas eventualmente).

O tratamento preliminar tem por objetivo a remoção, por ação física, de sólidos grosseiros e areia. Para tanto, geralmente são empregados grades – de limpeza manual ou mecânica –, trituradores e desarenadores (VON SPERLING, 1996, p. 182). Nos municípios que possuem matadouros, cujo esgoto apresenta elevado teor de óleos e graxas, pode-se incluir um tanque de gordura no tratamento preliminar (DACACH, 1991, p. 25). Além dos dispositivos de remoção de sólidos, são utilizadas unidades de medição da vazão, que sofre variações diárias. Segundo Von Sperling (1996, p. 182-183),

> As principais finalidades da remoção dos sólidos grosseiros são:
>
> a) proteção dos dispositivos de transporte dos esgotos (bombas e tubulações);
>
> b) proteção das unidades de tratamento subsequentes;
>
> c) proteção dos corpos receptores.
>
> [...] As finalidades básicas da remoção de areia são:
>
> a) evitar abrasão nos equipamentos e tubulações;
>
> b) eliminar ou reduzir a possibilidades de obstrução em tubulações, tanques, orifícios, sifões, etc.;

c) facilitar o transporte líquido, principalmente a transferência de lodo, em diversas fases.

No tratamento primário, são removidos sólidos em suspensão sedimentáveis e sólidos flutuantes, incluindo parte da matéria orgânica. O esgoto atravessa um decantador lentamente, permitindo a sedimentação dos sólidos que dão origem ao lodo primário bruto. Nesse processo físico de tratamento, os óleos e graxa que se concentram na superfície do líquido, correspondentes à camada de escuma, são coletados e removidos. O uso de tanques sépticos é frequente em áreas rurais e os mesmos devem, preferencialmente, ser complementados por outra etapa de tratamento a fim de aumentar a eficiência do tratamento (DACACH, 1991, p. 26; VON SPERLING et al., 1995, p. 145-146).

No tratamento secundário, ocorre a remoção por ação biológica da matéria orgânica dissolvida e da matéria orgânica em suspensão ou DBO solúvel e DBO suspensa, respectivamente. O processo acelera os mecanismos naturais de degradação com a ação de diversos microrganismos. Os principais sistemas empregados na etapa são (VON SPERLING, 1996, p. 185-186):

a) lagoas de estabilização;
b) lodos ativados;
c) filtros biológicos e biodiscos;
d) tratamento anaeróbio, que inclui filtros e reatores;
e) disposição controlada sobre o solo.

Segundo Von Sperling (1996, p. 170), o tratamento terciário tem por objetivo a remoção de poluentes específicos ou de forma complementar ao tratamento secundário, nos casos em que esse apresenta resultados insatisfatórios de tratamento. Nessa etapa de tratamento são removidos:

a) nutrientes;

b) patogênicos;

c) compostos não biodegradáveis;

d) metais pesados;

e) sólidos inorgânicos dissolvidos;

f) sólidos em suspensão remanescentes.

Por vezes, são observadas concepções de Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário (ETE) compostas por sistemas de tratamento preliminar, secundário e terciário, também chamado de etapa complementar ou de polimento. Além disso, podem-se combinar sistemas secundários anaeróbios com sistemas terciários aeróbios de menor porte, buscando-se o equilíbrio entre custo, eficiência e demais características desejadas.

O material retido nas instalações, devido aos processos de tratamento do esgoto, deve ser removido e disposto adequadamente, com a frequência exigida para cada sistema. O subproduto do tratamento preliminar é descartado como resíduo sólido, enquanto o lodo gerado nos níveis primário e secundário necessita de tratamento prévio à disposição. O tratamento do lodo tem por finalidade a redução do volume e do teor de matéria orgânica. Para esse fim, podem-se utilizar processos de adensamento, estabilização e desidratação (DACACH, 1991, p. 29-30; VON SPERLING et al., 1995, p. 153-154).

3.3.2 A Simplificação de Sistemas

A escolha do sistema de tratamento de esgoto depende de diversos aspectos. Segundo Von Sperling (1996, p. 212), em países desenvolvidos, a eficiência e confiabilidade do sistema são algumas das características mais relevantes na seleção do tratamento. Nos países em desenvolvimento, por outro lado, esses parâmetros não exercem tanta influência quanto à sustentabilidade e ao custo de implantação e operação.

Um sistema de tratamento de esgoto deve, sempre que possível, buscar a simplicidade de construção e operação, uma vez que uma instalação mal construída e operada dificilmente produzirá os resultados desejados. A utilização de materiais de boa qualidade e o respeito ao investimento necessário para a correta implantação do sistema também assumem importância na relação de custo e benefício que a solução apresenta (ANDRADE NETO, 1997, p. 17-18).

Segundo Andrade Neto (1997, p. 18-22), considerando-se fatores socioculturais, econômicos e ambientais, soluções mais simples como alguns sistemas anaeróbios, lagoas de estabilização e disposição controlada no solo são alternativas de tratamento secundário de esgotos, adequadas à realidade brasileira. Os sistemas considerados simples adotados com maior frequência são:

a) tanque séptico;
b) filtro anaeróbio com fundo de pedras (FAN);
c) reator anaeróbio de fluxo ascendente através de leito de lodo (RAFAALL);
d) lagoa anaeróbia.

O tanque séptico foi descoberto pelo francês Jean Louis Mouras, em 1872, quando descobriu que os sólidos provenientes do esgoto da cozinha de sua residência haviam sido decompostos dentro do tanque hermético que construíra para sua retenção. Segundo a NBR 7.229 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993, p. 2), trata-se de uma "Unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal, para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão [...]".

A unidade de tratamento requer construção e operação relativamente simples e é amplamente utilizada. Embora constitua uma opção atraente de tratamento de esgotos, o efluente produzido possui altas concentrações de matéria orgânica, sólidos, patogênicos e nutrientes, levando à necessidade de tratamento complementar. A NBR 7.229 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993, p. 10) apresenta 6 opções de tratamento complementar para os efluentes líquidos:

a) filtro anaeróbio;
b) filtro aeróbio;
c) filtro de areia;
d) vala de filtração;
e) escoamento superficial;
f) desinfecção.

A associação do tanque séptico a um filtro anaeróbio constitui o popular sistema tanque séptico-filtro anaeróbio (TS-FAN). O sistema produz efluentes com concentrações aceitáveis de matéria orgânica e sólidos, no entanto, não apresenta melhoria significativa na remoção de nutrientes e patogênicos em relação ao tanque séptico. A alternativa pode ser empregada nos casos com pouca disponibilidade de área para implantação, quando não há a necessidade de alto grau de tratamento (ANDRADE NETO, 1997, p. 36-37).

O RAFAALL, também conhecido simplesmente por reator anaeróbio de fluxo ascendente (RAFA), consiste em um tanque pelo qual o esgoto flui da parte inferior para a superior e

zonas de coleta de gás. O sistema apresenta eficiência de tratamento satisfatória, embora não remova significativamente patogênicos e nutrientes (ANDRADE NETO, 1997, p. 79-80; VON SPERLING et al., 1995, p. 15).

As lagoas de estabilização e a disposição controlada no solo são sistemas considerados naturais com boa eficiência na remoção de patogênicos e nutrientes; porém, necessitam de grandes áreas de implantação. Sua construção e operação são consideravelmente simples; contudo, a técnica de disposição no solo necessita de operação frequente (ANDRADE NETO, 1997, p. 26-29).

3.4 PROPOSTAS DE FINANCIAMENTO DE PEQUENOS MUNICÍPIOS

A Funasa, órgão executivo do Ministério da Saúde, realiza diversas ações de saneamento, com o objetivo de promoção da inclusão social, controle de doenças e aumento da saúde da população. O órgão é responsável pelo repasse dos recursos do PAC destinados ao setor de saneamento para implantação e ampliação de sistemas de abastecimento de água e sistemas de esgotamento sanitário para municípios com até 50 mil habitantes (BRASIL, 2007a, p. 4).

As propostas e projetos técnicos elaborados pelos municípios devem buscar a integração e universalização dos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo dos resíduos sólidos. Em complemento, as propostas devem incluir ações de educação em saúde e incentivar a participação social durante as etapas de concepção, execução e operação dos sistemas de saneamento urbano, permitindo e promovendo o controle social dos serviços (BRASIL, 2007a, p. 14-16).

Fundamentados nos preceitos da Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007, os projetos devem resultar na melhoria dos indicadores socioeconômicos e da qualidade de vida da comunidade. Ademais, os projetos devem ser sustentáveis, garantindo a continuidade dos benefícios à população (BRASIL, 2007a, 2007b).

De modo a auxiliar os proponentes na elaboração das propostas de financiamento de Sistemas de Esgotamento Sanitário, a Funasa especifica a documentação técnica necessária à formalização de convênios no manual de orientações técnicas intitulado **Apresentação de**

Projetos de Sistemas de Esgotamento Sanitário. A cartilha inclui especificações quanto a (BRASIL, 2006, p. [3-6]):

a) memoriais;
b) plantas técnicas para caracterização do projeto;
c) planilha orçamentária;
d) cronograma físico-financeiro;
e) Anotação de Responsabilidade Técnica (ART);
f) comprovação de posse de área;
g) licenciamento ambiental;
h) sustentabilidade;
i) Programa de Educação em Saúde e Mobilidade Social (Pesms);
j) Programas de Agentes Comunitários de Saúde (Pacs);
k) declaração de contrapartida.

4 GUIA PARA ANTEPROJETO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Neste capítulo é apresentada uma proposta de etapas que auxiliam na elaboração de um anteprojeto de Sistema de Esgotamento Sanitário, além da descrição da implantação de um SES e das normas técnicas relacionadas. O guia tem por objetivo esclarecer o processo de elaboração da concepção básica do SES de uma localidade, referente à etapa de anteprojeto do sistema, e permitir a avaliação técnica da solução apresentada em projetos de SES.

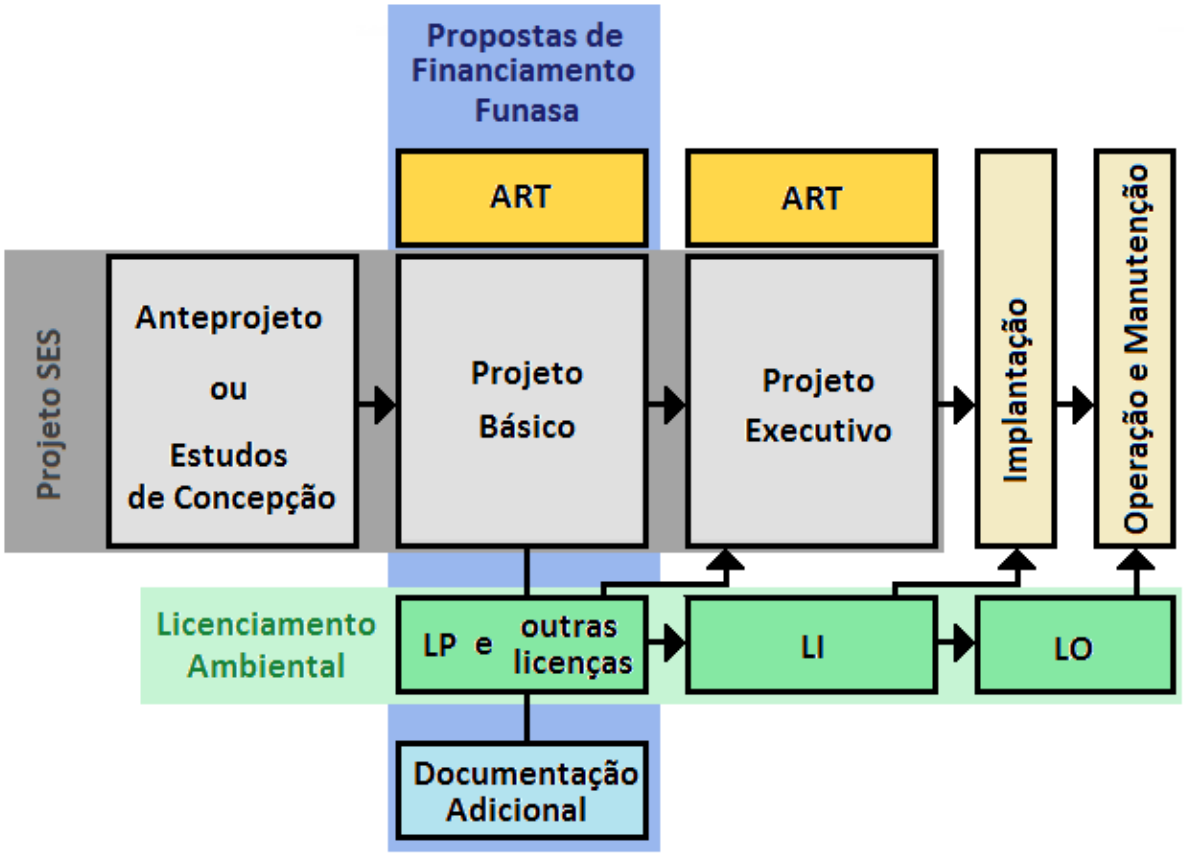
4.1 PROJETO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O processo de implantação de um projeto de Sistema de Esgotamento Sanitário não é restrito à elaboração do projeto, mas abrange, também, as etapas de implantação e operação e manutenção do sistema, além da obtenção de licenças, ART e documentação complementar, conforme o caso. As etapas que constituem a implantação de um SES podem ser observadas na figura 3, onde também são destacados os elementos correspondentes ao projeto, licenciamento ambiental e elaboração de propostas de financiamento.

O licenciamento ambiental é parte importante do processo de concepção de um SES e inclui a solicitação de licenças, outorgas e documentação relacionada. A obtenção das licenças ocorre em etapas, simultaneamente ao desenvolvimento da elaboração e implantação do projeto. Um esquemático das fases de licenciamento ambiental é apresentado na figura 3, no destaque de cor verde. Segundo a Fundação Estadual de Proteção Estadual Henrique Luiz Roessler (Fepam), órgão vinculado à Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMA), as principais licenças ambientais são (RIO GRANDE DO SUL, c2015, grifo do autor):

> a) **Licença Prévia (LP) -** Licença que deve ser solicitada na fase de planejamento da implantação, alteração ou ampliação do empreendimento. Aprova a viabilidade ambiental do empreendimento, não autorizando o início das obras;
>
> b) **Licença Instalação (LI) -** Licença que aprova os projetos. É a licença que autoriza o início da obra/empreendimento. É concedida depois de atendidas as condições da Licença Prévia.
>
> c) **Licença de Operação (LO) -** Licença que autoriza o início do funcionamento do empreendimento/obra. É concedida depois de atendidas as condições da Licença de Instalação.

Figura 3 – Elementos da implantação do projeto de SES

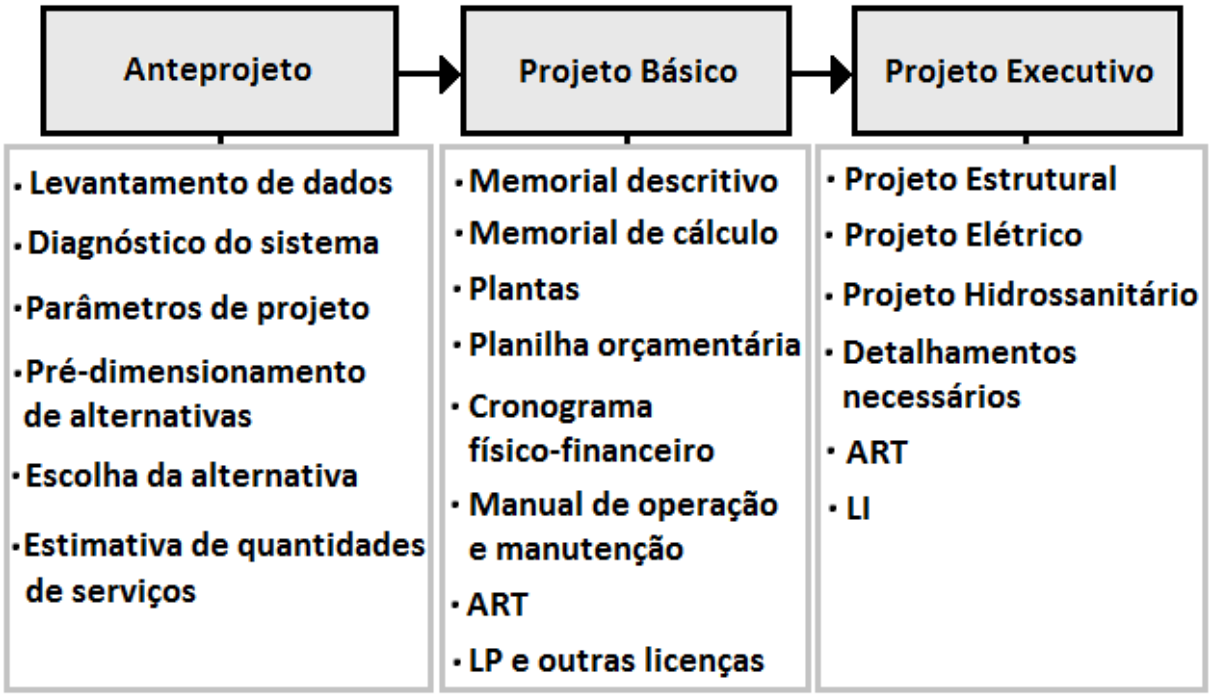


(fonte: elaborado pela autora)

A sequência de implantação de um SES em uma municipalidade muitas vezes é acompanhada, e frequentemente condicionada, à obtenção de financiamento por meio da elaboração de propostas aos órgãos financiadores. Além das peças técnicas e licenciamento ambiental, as instituições podem exigir documentação adicional como termos de compromisso, comprovantes de posse de área e declaração de contrapartida. O resumo da documentação solicitada pela Funasa nas propostas de financiamento pode ser observado na figura 3, no destaque de cor azul.

O projeto de um Sistema de Esgotamento Sanitário inclui as fases de anteprojeto, projeto básico e projeto executivo, conforme destacado em cor cinza na figura 3. O anteprojeto corresponde à fase de coleta de dados e concepção básica do Sistema de Esgotamento Sanitário a ser adotado no local, bem como da definição de todos os parâmetros e diretrizes necessários para a caracterização da solução adotada. A figura 4 relaciona os itens elaborados em cada etapa de projeto de SES.

Figura 4 – Etapas do projeto de esgotamento sanitário



(fonte: elaborado pela autora)

O projeto básico é constituído pelos elementos capazes de descrever e caracterizar o local, a solução técnica adotada e as obras de execução. Com base no manual de orientações técnicas, publicado pela Funasa, intitulado **Apresentação de Projetos de Sistemas de Esgotamento Sanitário** (BRASIL, 2006), uma relação resumida dos principais componentes do projeto básico é dada por:

a) memorial descritivo;
b) memorial de cálculo;
c) plantas técnicas para caracterização do projeto;
d) planilha orçamentária;
e) cronograma físico-financeiro;
f) Anotação de Responsabilidade Técnica;
g) comprovação de posse da área;
h) licenciamento ambiental.

Na elaboração do projeto executivo, deve-se "Fornecer todos os pormenores necessários à construção que não puderem ser definidos durante a elaboração do projeto básico, podendo abranger uma assistência técnica para a execução das obras." (LEME, 1977, p. 26). Dessa

forma, garantindo a implantação correta do projeto desenvolvido. O projeto inclui projeto estrutural, projeto elétrico, projeto hidrossanitário e outros, de acordo com o caso considerado.

4.2 NORMAS TÉCNICAS

No Brasil, as principais Normas Técnicas referentes à elaboração de um projeto de esgotamento sanitário são:

a) NBR 9.648/1986 — Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário;
b) NBR 9.649/1986 — Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário;
c) NBR 12.207/1992 — Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário;
d) NBR 12.208/1992 — Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário;
e) NBR 12.209/1992— Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário.

4.3 PROPOSTA DE GUIA DE ANTEPROJETO DE SES

Os municípios são responsáveis pela implantação dos sistemas de esgotamento sanitário, bem como pela elaboração e execução dos projetos de engenharia. Segundo o artigo 10°, da Lei n. 11.445, de 7 de janeiro de 2007, os serviços podem ser delegados a terceiros, mediante a celebração de contrato (BRASIL, 2007b, art. 10°).

Entretanto, é importante que a administração municipal disponha de meios para a um adequado acompanhamento, fiscalização e aprovação dos serviços contratados, garantindo um controle eficiente da qualidade, custos e prazos dos projetos (CHERNICHARO; MÖLLER, 1995, p. 215). Com este guia, propõe-se esclarecer as etapas que levam à elaboração de um anteprojeto de SES, permitindo a avaliação criteriosa de estudos contratados e a concepção básica dos Sistemas de Esgotamento Sanitário mais adequados à realidade dos municípios.

Segundo a NBR 9.648 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986a, p. [1]), o estudo de concepção, ou anteprojeto, é o “Estudo de arranjos das diferentes partes de um sistema, organizadas de modo a formarem um todo integrado e que devem ser qualitativa e quantitativamente comparáveis entre si para a escolha da concepção básica.”. O resultado do estudo é a melhor alternativa de projeto, sob o aspecto técnico, econômico, financeiro e social.

As etapas abordadas na proposta de guia para elaboração de anteprojeto, apresentada neste item, podem ser divididas em:

a) levantamento de dados e diagnóstico do sistema existente;
b) definição dos parâmetros de projeto;
c) pré-dimensionamento de alternativas;
d) escolha da alternativa mais adequada;
e) estimativa de quantidades de serviço.

4.3.1 Levantamento de dados e diagnóstico do sistema existente

Primeiramente, devem ser realizados o levantamento de dados do município e um reconhecimento preliminar, com visita ao local de implantação do sistema de esgotamento sanitário. A inspeção local permite a melhor compreensão das cartas e plantas topográficas e a determinação dos possíveis pontos de localização de emissários, estação de tratamento e destino final (LEME, 1977, p. 14-15). A partir dos dados obtidos, pode-se elaborar o diagnóstico da situação sanitária e epidemiológica local, que permite a definição de áreas prioritárias, extensão do alcance e planejamento da implantação do projeto (CHERNICHARO; MÖLLER, 1995).

Os requisitos exigidos pela NBR 9.648 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986a) são especificados no apêndice A e podem ser agrupados em categorias, para melhor visualização dos itens necessários:

a) dados físicos;
b) infraestrutura;
c) sistemas existentes;
d) estudos demográficos e de uso e ocupação do solo;
e) legislação.

É importante que a coleta de dados seja realizada de maneira coordenada e sistematizada, a fim de que as informações coletadas possam ser utilizadas posteriormente. Parte dos elementos pode ser obtida em órgãos administrativos locais, municipais, estaduais e federais (LEME, 1977, p. 15-16).

A partir da análise dos dados levantados, são realizadas avaliações adicionais e a concepção de definições necessárias para a elaboração do projeto, conforme elencado (ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 1999, p. 7; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986a; BRASIL, 2005; HESPANHOL, 1971, p. 46-51; RIO GRANDE DO SUL, 2006):

a) **delimitação da área**: deve-se definir a parcela de área do município a ser atendida pelo sistema de esgotamento sanitário planejado;

b) **alcance e início de operação**: são definidos o período de alcance do projeto, em anos, e a data de início da operação do sistema;

c) **estimativa populacional**: a estimativa da população, avaliada anualmente, pode ser obtida por meio de diversos métodos de cálculo. Os principais métodos utilizados podem ser divididos em empíricos, tais como Método Comparativo e Método da Extrapolação Gráfica, e analíticos, como Método do Crescimento geométrico e métodos de regressão matemática;

d) **bacias de esgotamento**: são delimitadas as bacias de contribuição na área de projeto;

e) **características do esgoto**: definição preliminar das características do esgoto sanitário e avaliação das contribuições industriais quanto à necessidade de tratamento prévio;

f) **corpo receptor**: são avaliados os corpos receptores para os quais o esgoto sanitário possa ser destinado,

- **condições sanitárias**: são determinadas as condições sanitárias dos corpos receptores na região de lançamento do esgoto sanitário e demais regiões afetadas pelo lançamento. A classificação dos corpos receptores, enquadramento e padrões de lançamento são definidos pela Resolução Conama n. 357, de 17 de março de 2005, de abrangência nacional. No estado do Rio Grande do Sul, deve-se observar o disposto na Resolução Consema n. 128, de 7 de dezembro de 2006, mais restritiva do que a legislação nacional;

- **capacidade de autodepuração, necessidade de tratamento e eficiências requeridas**: são avaliadas a capacidade de autodepuração dos corpos receptores, a exigência de tratamento do esgoto previamente ao lançamento e a eficiência requerida no tratamento do esgoto sanitário, bem como, o impacto do lançamento na qualidade do corpo receptor;

- **impacto ambiental**: deve-se avaliar o impacto ambiental causado pelo emprego do corpo receptor como destino final do sistema de esgotamento sanitário;

g) **vazões**: é realizada a avaliação ano a ano das vazões apreciadas no estudo;

h) **instalações existentes**: verificação das instalações do sistema existente de esgotamento sanitário quanto à possibilidade de aproveitamento. Dessa forma, deve-se realizar o levantamento de todos os elementos e partes constituintes da rede, na área do projeto, com base no cadastro e informações existentes.

4.3.2 Definição dos parâmetros de projeto

É comum a definição de diretrizes iniciais para a elaboração de projetos de engenharia. Os parâmetros necessários à concepção do projeto de SES são (ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 1999, p. 8; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986b):

a) consumo de água efetivo *per capita*: **q** em L/hab.dia;
b) coeficiente de máxima vazão diária: $\mathbf{k_1}$;
c) coeficiente de máxima vazão horária: $\mathbf{k_2}$;
d) contribuição industrial: **Ci** em L/s;
e) contribuição de infiltração: **I** em L/s;
i) coeficiente habitantes/ligação;
j) coeficiente de retorno: **C**.

Os valores dos parâmetros são provenientes de informações locais, oriundas de pesquisas. No caso de dados não confiáveis ou inabilidade de obtenção das informações, os coeficientes de retorno e de variação da vazão podem ser substituídos por valores pré-determinados pela NBR 9.649 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986b, p. 7, grifo do autor):

> **A-8.1** C, Coeficiente de retorno 0,8
>
> **A-8.2** k1, Coeficiente de máxima vazão diária 1,2 (ou 1)
>
> **A-8.3** k2, Coeficiente de máxima vazão horária 1,5

Ainda, segundo a NBR 12.209 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992c, p. 3), são necessários parâmetros básicos para o dimensionamento do tratamento dos despejos:

a) vazão afluente máxima ($\mathbf{Q_{a,máx}}$) e vazão afluente média ($\mathbf{Q_{a,méd}}$), em L/s;
b) **DBO**, em g/hab.dia. Na ausência de dados confiáveis, pode-se adotar o valor 54 g de DBO5/hab.dia;
c) **DQO**, em g/hab.dia;
d) sólidos em suspensão (**SS**), em g/hab.dia. Na ausência de dados confiáveis, pode-se adotar o valor de 60g de SS/hab.dia;
e) coliformes fecais (**CF**), em NMP/100 ml.

4.3.3 Pré-dimensionamento de alternativas

Nesta etapa, dimensionam-se os componentes de cada alternativa a ser avaliada. Além do dimensionamento hidráulico das opções de arranjo determinadas, devem-se determinar as etapas de implantação e calcular a estimativa de custos de investimento, manutenção e operação. A relação de atividades é relacionada pela NBR 9.648 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986a, p. 4, grifo nosso):

> **3.2.10 Pré-dimensionamento** dos componentes das concepções.
>
> **3.2.11** Fixação dos critérios para **estimativa dos valores de investimento**. Podem ser usadas funções de custo de instalações análogas às em estudo, desde que citada a fonte elaboradora destas funções e demostrada a sua validade. Nos orçamentos devem ser citadas as fontes dos custos unitários.
>
> **3.2.12** Fixação dos critérios para **estimativa de custos de operação**, manutenção e reparação [...] e de custos de energia elétrica [...] para as concepções.
>
> **3.2.13** Estabelecimento das **etapas de implantação**, considerados a variação de vazão na área de planejamento, a taxa de desconto e o fator de escala das obras previstas.
>
> **3.2.14** Estimativa de valores de investimento e de despesas de **exploração de cada uma das concepções** em estudo, avaliados ano a ano e o custo total.

A apresentação das alternativas deve incluir elementos que permitam a compreensão de suas características, tais como peças gráficas, memoriais e cronogramas. A apresentação do custo das concepções pode incluir planilhas orçamentárias, memoriais de cálculo e composições de custo (ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 1999, p. 11).

O processo de pré-dimensionamento hidráulico das alternativas é esclarecido no apêndice B.

4.3.4 Escolha da alternativa mais adequada

Segundo Leme, (1977, p. 3), “A qualidade do projeto é expressa em termos de segurança, confiança e simplicidade, dependendo de custos e de recursos existentes.”. A escolha dos métodos, materiais e mão-de-obra empregados tem efeito na qualidade e no custo do projeto. Neste item, deve-se selecionar a alternativa que melhor se adapta às necessidades de esgotamento sanitário do município.

A comparação das alternativas deve abranger aspectos técnicos, econômicos e ambientais, por meio da avaliação de vantagens e desvantagens de cada opção e da consideração das medidas mitigadoras e/ou compensatórias apresentadas. Na consideração dos custos, a determinação da alternativa mais econômica pode seguir orientação do órgão financiador (ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 1999, p. 11). Nos demais casos, o método de análise econômica mais utilizado é o Método do Valor Presente.

4.3.5 Estimativa de quantidades de serviço

De acordo com a NBR 9.648, uma vez determinada a melhor alternativa de projeto, conforme item 4.3.4 deste trabalho, deve-se elaborar uma "Descrição da concepção básica, localizando seus componentes em plantas topográficas. Apresentação de concepção básica numa única planta em escala conveniente." (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986a, p. 4). A descrição deve incluir os parâmetros básicos do projeto e uma previsão das quantidades de serviço a serem executados na fase de projeto (BRASIL, 2006, p. 7).

5 APLICAÇÃO DO GUIA AO MUNICÍPIO

Considerando-se a dificuldade inferida de pequenos municípios de elaborarem e implantarem projetos de SES, a síntese das atividades iniciais de projeto dos referidos sistemas visa esclarecer o procedimento envolvido. Assim, o acompanhamento da elaboração do anteprojeto de um Sistema de Esgotamento Sanitário pode auxiliar na identificação dos problemas experimentados pelos pequenos municípios.

Este capítulo apresenta a aplicação dos passos estabelecidos no item 4.3 deste trabalho, para a elaboração de uma proposta de anteprojeto de SES para o município de Liberato Salzano. No processo de levantamento de dados, foi verificado um projeto executivo de SES para o município, elaborado em 2006 (trabalho não publicado)[2]. A descoberta do projeto desatualizado foi determinante para a elaboração da proposta de anteprojeto deste trabalho, uma vez que a concepção da nova proposta foi baseada na atualização da proposta antiga, referente ao projeto executivo de 2006. Portanto, neste capítulo, apresentam-se as etapas de levantamento de dados de Liberato Salzano, definição dos parâmetros de projeto e análise do projeto executivo de SES desatualizado.

5.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

Neste item, são descritas as informações necessárias à elaboração do anteprojeto de um Sistema de Esgotamento Sanitário para o município de Liberato Salzano. As informações foram obtidas por meio de consulta ao PMSB do município (em fase de elaboração)[3], a bancos de dados e por visita ao local de implantação do SES.

[2] Informação obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

[3] O Plano Municipal de Saneamento Básico de Liberato Salzano está sendo elaborado pela equipe do IPH/UFRGS.

5.1.1 - Dados Físicos

O município de Liberato Salzano é localizado ao Norte do estado do Rio Grande do Sul, na Região do Alto Uruguai. A figura 5 indica a localização geográfica do município em relação ao Estado.

Figura 5 – Localização geográfica do município

(fonte: adaptado de INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, c2014)

O resumo dos dados físicos obtidos, para o município de Liberato Salzano, é observado na tabela 1.

Tabela 1 – Dados físicos do município

Dados Físicos	
Município	Liberato Salzano, RS
Região	Alto Uruguai
Latitude	27°36'00''S
Longitude	53°04'22''O
Altitude	400 m
Área	245,627 km²
Planta Topográfica	Sim
Região Hidrográfica	Rio Uruguai
Bacia Hidrográfica	Rio da Várzea
Sub-bacia Hidrográfica	74
Estações Pluviométricas	1
Precipitação média anual	1.500 mm
Clima	Temperado (tipo Cfa)
Temperatura média anual	19° C
Temperatura máxima registrada	40° C
Temperatura mínima registrada	0° C
Formação Geológica	Formação Serra Geral
Unidade Geomorfológica	Médio Alto Uruguai
Características do solo	Textura argilosa, boa drenagem

(fonte: adaptada pela autora)

5.1.2 – Infraestrutura

O acesso ao município pode ser realizado pelo município Constantina, através da Estrada RS-143, ou pelo município Rodeio Bonito, através de uma balsa sobre o Rio da Várzea. Deve-se ressaltar que as estradas e rodovias da região podem apresentar trechos com baixa visibilidade e condições de conservação insatisfatórias.

No perímetro urbano, a cidade apresenta dois hotéis, restaurantes, agência de Correios e rádio local, além de dispor de serviços telefônicos e de energia elétrica satisfatórios. A disponibilidade de mão-de-obra e materiais de construção, no entanto, é limitada e os recursos podem ser obtidos no município Frederico Westphalen, localizada a cerca de 50 km de Liberato Salzano.

5.1.3 – Estudos Demográficos e de Uso e Ocupação do Solo

Conforme o Censo 2010, a população corresponde a 5.780 habitantes, dos quais 4.483 residem no meio rural e 1.297 residem no meio urbano (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, c2014a). O Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (IDESE) de 2012 do município foi avaliado em 0,7035, abaixo da média estadual de 0,7444 (RIO GRANDE DO SUL, [2015]).

5.1.4 – Legislação

As disposições legais do município relacionadas ao projeto incluem:

a) Plano Municipal de Saneamento Básico, em elaboração;

b) Plano Ambiental de Liberato Salzano;

c) Lei Municipal nº 2.663, de 11 de julho de 2008, que institui o Departamento Municipal do Meio Ambiente, dispõem sobre a Política Ambiental do município de Liberato Salzano e dá outras providências;

d) Lei Municipal nº 2.715, de 12 de dezembro de 2008, que institui as diretrizes urbanas do município de Liberato Salzano e dá outras providências;

5.1.5 - Definições

O PMSB de Liberato Salzano, em elaboração pela equipe do IPH/UFRGS, contém diretrizes para a elaboração do projeto de SES do município. O projeto a ser elaborado, para o horizonte de 30 anos, tem suas etapas determinadas para cada período definido (em fase de elaboração, p. 31)[4]:

a) Período de 2015 a 2016: Revisão e concepção do projeto executivo, solicitação de verbas do Orçamento Geral da União, por meio da Fundação Nacional de Saúde (Funasa) ou outro Ministério;

b) Período de 2017 a 2018: Implantação da 1ª etapa do SES com percentual de atendimento de 40% do total da população urbana no início da operação;

c) Período de 2019 a 2025: Complementação da implantação do SES da 1ª etapa e expansão do SES, alcançando um percentual de 80% da população urbana;

[4] Informação obtida no Relatório 2: relatório de prospectiva e planejamento estratégico, do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Liberato Salzano. O PMSB de Liberato Salzano está sendo elaborado pela equipe do IPH/UFRGS.

> d) Período 2026 a 2044: [manutenção do] Percentual de atendimento de 80% da população da zona urbana e término do contrato de programa com a Corsan em 2040.

O Plano de Saneamento Básico de Liberato Salzano inclui, também, um estudo de estimativa populacional que deve ser apreciado na elaboração do SES do município. A análise da população dos anos 2000 a 2010, pelo método geométrico, indica a tendência de decréscimo populacional com taxa de -1,28% ao ano (em fase de elaboração)[5]. Entretanto, baseado na expectativa de desenvolvimento da cidade, recomenda-se que se admita a taxa de crescimento da população de 0,5% ao ano na elaboração do projeto. A partir do percentual, são estabelecidos os valores de população e vazão de esgoto. A tabela 2 apresenta um resumo das diretrizes adotadas no anteprojeto do SES de Liberato Salzano.

Tabela 2 – Diretrizes de projeto para o município

Definições	
Área do Projeto	Perímetro urbano do Município
Alcance	30 anos
Início de Operação	2018
Estimativa Populacional	Taxa de crescimento 0,5% a.a.
População Urbana Inicial	1.299
População Urbana Final	1.509
Vazão Máxima de Esgoto Inicial	3,25 L/s
Vazão Média de Esgoto Inicial	1,80 L/s
Vazão Máxima de Esgoto Final	3,77 L/s
Vazão Média de Esgoto Final	2,10 L/s
Bacias de Esgotamento	1
Corpo Receptor do Esgoto	Arroio Marcolino

(fonte: adaptada pela autora)

No Rio Grande do Sul, o lançamento de efluentes no corpo receptor deve obedecer aos padrões de emissão estabelecidos no artigo 10° da Resolução Consema n. 128, de 7 de dezembro de 2006 (RIO GRANDE DO SUL, 2006). Adicionalmente, para a vazão de esgotos domésticos estimada de Liberato Salzano, é necessário respeitar os parâmetros apresentados na tabela 3, conforme estabelecido pela resolução.

[5] Informação obtida no Relatório 1: diagnóstico técnico participativo, do Plano Municipal de Saneamento Básico de Liberato Salzano. O PMSB de Liberato Salzano está sendo elaborado pela equipe do IPH/UFRGS.

Tabela 3 – Parâmetros de lançamento para o corpo receptor do município

Parâmetros de Lançamento Requeridos		
DBO_5 (mg O_2/L)		100
DQO (mg O_2/L)		300
SS (mg/L)		100
Fósforo Total		Não informado
Coliformes	**Concentração (NMP/100 mL)**	1.000.000
Termotolerantes	**Eficiência (%)**	90
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)		20

(fonte: baseado em RIO GRANDE DO SUL, 2006, art. 20-22)

5.2 DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS EXISTENTES

O município não possui Sistema de Esgotamento Sanitário. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (c2014a), 86% dos domicílios urbanos destina o esgoto sanitário a fossas rudimentares.

Em 2006, o Programa Estadual de Saneamento beneficiou o município com a contratação da empresa Ecoplan Engenharia LTDA para a elaboração de um projeto executivo de Sistemas de Esgoto Sanitário (trabalho não publicado)[6], para a área urbana da cidade. Foram entregues ao município o memorial descritivo e as peças gráficas; porém, o projeto não foi implantado. Uma vez desatualizado e nunca verificado, o projeto pode ser considerado um estudo e deve ser analisado na elaboração do anteprojeto de SES de Liberato Salzano.

O PMSB de Liberato Salzano prevê a operação do SES, a ser implantado na cidade, realizada pela Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), mediante contrato de programa. O modelo de gestão poderá contar com um cenário de terceirização da implantação e operação do sistema, com fiscalização do município, através de um conselho gestor de saneamento, ou com um cenário de cooperação entre a CORSAN e a municipalidade, onde apenas a operação é terceirizada (em fase de elaboração)[7].

[6] Informação obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

[7] Informação obtida no Relatório 2: relatório de prospectiva e planejamento estratégico, do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Liberato Salzano. O PMSB de Liberato Salzano está sendo elaborado pela equipe do IPH/UFRGS.

O Sistema de Abastecimento de Água (SAA) na região urbana é prestado pela CORSAN. A água do abastecimento apresenta conformidade com o Padrão de Potabilidade estabelecido pela Portaria n. 2.914 do Ministério da Saúde, de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011). Contudo, a água apresenta alcalinidade, flúor e pH acima da média, além de quantidade elevada de carbonatos, que causam problemas de incrustação nas canalizações da rede (em fase de elaboração)[8]. Os dados sobre o serviço são fornecidos regularmente ao programa de coleta de informações sobre água e esgotos do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS) (BRASIL, [2015a]). O resumo das características do SAA é apresentado na tabela 4.

Tabela 4 – Dados do Sistema de Abastecimento de Água do município

SAA	
SAA	Sim
Índice de atendimento urbano	100%
Índice de atendimento total	27,65%
Número de poços	4
Extensão da rede	14,16 km
População atendida total	1.611
População urbana atendida	1.308
Ligações total	644
Volume água produzido	8.944 m³/ano
Volume micromedido	7.471 m³/ano
Volume micromedido resid.	5.890 m³/ano
Consumo médio *per capita*	139,38 L/hab.dia
Índice de perdas na distribuição	16,47%
Economias/ligação	1,11
Tarifa média	R$ 6,13/m³

(fonte: adaptado de BRASIL, [2015a])

O sistema de drenagem urbana do município foi executado sem planejamento e não há registro gráfico de sua localização. As canalizações encontram-se em estado de conservação deficiente e os bueiros não atendem às necessidades locais (em fase de elaboração)[9]. Da mesma forma, o manejo de resíduos sólidos não é efetivo: apenas 37% dos resíduos são coletados, enquanto que a maioria é queimada ou enterrada (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, c2014b).

[8] Informação obtida no Relatório 1: diagnóstico técnico participativo, do Plano Municipal de Saneamento Básico de Liberato Salzano. O PMSB de Liberato Salzano está sendo elaborado pela equipe do IPH/UFRGS.

[9] Opus citatua.

5.3 DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE PROJETO

Os parâmetros obtidos para o projeto são apresentados na tabela 5. Além dos parâmetros descritos, o leito de secagem da ETE deve ser dimensionado para o tempo médio de secagem de 30 dias e receber o lodo resultante do tratamento de esgoto rural (em fase de elaboração)[10].

Tabela 5 – Parâmetros de projeto do município

Parâmetros de Projeto	
Consumo de água efetivo *per capita*	150 L/hab.dia
Coeficiente de máxima vazão diária (k1)	1,2
Coeficiente de máxima vazão horária (k2)	1,5
Coeficiente de retorno (C)	0,8
Contribuição de infiltração (I)	0,5 L/s.km
Vazão afluente máxima	3,77 L/s
Vazão afluente média	2,10 L/s
Carga orgânica (DBO)	54g de DBO5/hab.dia
Sólidos suspensos (SS)	60g de SS/hab.dia

(fonte: adaptada pela autora)

5.4 ANÁLISE DO PROJETO EXECUTIVO DE SES DESATUALIZADO

No levantamento de dados sobre o município de Liberato Salzano, foi verificada a existência de um projeto executivo de SES entregue à municipalidade, em 2006 (trabalho não publicado)[11], e não implantado. Neste capítulo, o projeto desatualizado será analisado quanto à validade da concepção básica adotada e à adequação às necessidades da cidade.

Assim, propõe-se conceber uma sugestão de anteprojeto de SES para Liberato Salzano, através da aplicação dos passos propostos no item 4.3 deste trabalho. A elaboração da proposta do anteprojeto ocorre simultaneamente à atualização do projeto executivo, elaborado em 2006, de modo que, a sugestão de anteprojeto desenvolvida neste trabalho corresponde, absolutamente, ao projeto antigo com as modificações recomendadas.

[10] Informação obtida no Relatório 2: relatório de prospectiva e planejamento estratégico, do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Liberato Salzano. O PMSB de Liberato Salzano está sendo elaborado pela equipe do IPH/UFRGS.

[11] Informação obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

5.4.1 Parâmetros do Projeto

A primeira avaliação realizada foi quanto aos parâmetros adotados no anteprojeto do município. Dessa forma, foi verificado que o alcance do projeto deve ser ajustado de 20 anos para 30 anos. A população final e a contribuição *per capita* de esgoto, por outro lado, foram superdimensionados, considerando a avaliação realizada neste trabalho e os valores propostos pelo PMSB de Liberato Salzano (em fase de elaboração)[12]. Sugere-se a readequação dos valores mencionados. A tabela 6 apresenta os parâmetros de projeto utilizados para o anteprojeto proposto neste trabalho e os parâmetros utilizados no projeto executivo de SES desatualizado (trabalho não publicado)[13].

Tabela 6 – Comparação de projetos: parâmetros iniciais

Comparação de Projetos - Parâmetros Iniciais		
Parâmetos Iniciais	**Anteprojeto (2015)**	**Projeto Executivo (2006)**
Alcance do plano	30 anos	20 anos
População inicial	1299	1285
População final	1509	2063
Contribuição *per capita*	150 L/hab.dia	200 L/hab.dia
Qméd doméstica inicial	1,80 L/s	2,38 L/s
Qmáx doméstica inicial	2,71 L/s	3,57 L/s
Qméd doméstica final	2,10 L/s	3,82 L/s
Qmáx doméstica final	3,77 L/s	6,88 L/s
Taxa de infiltração	0,25 L/s.km	0,25 L/s.km

(fonte: elaborada pela autora)

[12] Informação obtida no Relatório 2: relatório de prospectiva e planejamento estratégico, do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Liberato Salzano. O PMSB de Liberato Salzano está sendo elaborado pela equipe do IPH/UFRGS.

[13] Informação obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

5.4.2 Dimensionamento da Rede Coletora

De acordo com as particularidades do município, o traçado da rede sugerido para a localidade corresponde ao perpendicular, do tipo simples. Considerando-se que o local de implantação da ETE é pré-determinado, o traçado mais provável da rede, proposto neste trabalho e estimado graficamente, é similar ao traçado apresentado no projeto de 2006 (anexo A). A tabela 7 apresenta os valores característicos da rede estimada neste trabalho e os valores referentes ao projeto avaliado (trabalho não publicado)[14].

As principais diferenças observadas na tabela 7 são a adoção de um coeficiente de Manning (n) mais conservador, no projeto executivo de SES desatualizado. Da mesma forma, os valores referentes à inclinação mínima da rede e aos diâmetros adotados para os coletores sugerem que os respectivos itens foram superdimensionados. Propõe-se a redução dos diâmetros nos pontos convenientes.

Tabela 7 – Comparação de projetos: dimensionamento da rede coletora

Comparação de Projetos - Rede Coletora		
Parâmetos	**Anteprojeto (2015)**	**Projeto Executivo (2006)**
Comprimento total da rede	15.000 m (estimado)	14.424 m
Comprimento rede coletora	10.000 m (estimado)	9.244 m
Comprimento ramais prediais	5.000 m (estimado)	5.180 m
Número de ligações prediais	740	740
Material da tubulação	PVC	PVC + aço
Coeficiente de Manning (n)	0,013	0,010 (PVC)
Inclinação mínima	0,003 m/m	0,005 m/m
Diâmetros da rede	DN150	DN150, DN200
Diâmetro de ligações prediais	DN100	DN100
Quantidade DN100	5.000 m (estimado)	5.180 m
Quantidade DN150	10.000 m (estimado)	8.542 m (PVC) + 40 m (aço)
Quantidade DN200	-	662 m
Profundidades da rede	1 a 2 m (aproximado)	0,8 a 2,17 m

(fonte: elaborada pela autora)

Os acessórios adotados no projeto executivo de SES desatualizado, assim como os previstos neste trabalho, são poços de visita (PV) e inspeção tubular (IT). Os poços de visita são

[14] Informação obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

instalados nos pontos previstos na NBR 9.649 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986b), a distâncias inferiores a 100 m entre dois acessórios, enquanto as inspeções tubulares são instaladas nos inícios de rede.

5.4.3 Dimensionamento da ETE

A consideração dos sistemas de tratamento de esgoto mais adequados ao município foi baseada na análise comparativa proposta por Von Sperling (1996, p. 219-220), apresentada na tabela B.1, no apêndice B. Na referida tabela, as características avaliadas nos diferentes sistemas de tratamento de esgotos sanitários receberam valores de 0 a 5, onde 5 corresponde à situação mais desejável a ser obtida por um sistema. Dessa forma, foram desconsideradas as lagoas, devido à limitação de área, e a disposição controlada no solo, por limitação de área e necessidade de maiores cuidados na operação. A proposta dos sistemas mais apropriados para o tratamento dos esgotos de Liberato Salzano, desenvolvida neste trabalho, é apresentada na tabela 8, juntamente à solução apresentada no projeto executivo desatualizado (trabalho não publicado)[15].

A semelhança observada nas propostas de 2015 e 2006 indica que o projeto desatualizado oferece uma solução plausível para a ETE do município. Sugere-se, no entanto, a eliminação da etapa de desinfecção por radiação ultravioleta (UV). Embora o procedimento apresente diversas vantagens e boa relação entre custo e benefício, o investimento pode não ser justificado para o tratamento avançado do esgoto sanitário de pequenos municípios, quando o tratamento antecedente sugere atender às necessidades.

[15] Informação obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

Tabela 8 – Comparação de projetos: dimensionamento da ETE

Comparação de Projetos - ETE		
Parâmetos Iniciais	**Anteprojeto (2015)**	**Projeto Executivo (2006)**
Contribuição de infiltração	2,31 L/s*	2,31 L/s
Qmáx final	6,08 L/s	6,13 L/s
Tratamento preliminar	grade manual	grade manual
	caixa de areia tipo canal	caixa de areia tipo canal
Medição de vazão	calha parshall w=3"	calha parshall w=3"
Tratamento secundário	TS-FAN ou UASB	UASB
Tratamento terciário	filtro biológico	filtro biológico percolador
Tratamento terciário avançado	não	desinfecção UV
Tratamento do lodo	leito de secagem	leito de secagem
Trat. subproduto do reator	queimador de gás	queimador de gás
*adotado comprimento da rede coletora 9.244 m		

(fonte: elaborada pela autora)

5.4.4 Eficiência Estimada do Tratamento do Esgoto

A tabela 9 apresenta os parâmetros empregados no dimensionamento da ETE e utilizados na caracterização das eficiências estimadas, fornecidas pela solução de tratamento eleita, no anteprojeto proposto e no projeto executivo de SES desatualizado (trabalho não publicado)[16].

Tabela 9 – Comparação de projetos: parâmetros do tratamento de esgoto

Comparação de Projetos - Parâmetros do Tratamento		
Parâmetos Iniciais	**Anteprojeto (2015)**	**Projeto Executivo (2006)**
Td do reator	10h (estimado)	10,69h (corrigido)
Td do leito de secagem	30 dias	30 dias
DBO5 afluente *per capita*	54 g/hab.dia	54 g/hab.dia
DQO afluente *per capita*	120 g/hab.dia	120 g/hab.dia
SS afluente *per capita*	60 g/hab.dia	60 g/hab.dia
CF afluente *per capita*	10^8 org./hab.dia	10^8 org./hab.dia

(fonte: elaborada pela autora)

A tabela 10 expõe as diferenças entre os parâmetros de tratamento adotados no anteprojeto proposto neste trabalho e no projeto executivo de SES desatualizado (trabalho não

[16] Informação obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

publicado)[17]. A discrepância dos valores indicadores da poluição do afluente da ETE se deve, principalmente, às diferenças de população final e contribuição *per capita* adotados (tabela 6). Sugere-se a reavaliação dos valores mencionados para a correta caracterização das necessidades locais.

Tabela 10 – Comparação de projetos: eficiência do tratamento no final de plano

Comparação de Projetos - Eficiência do Tratamento (final de plano)		
Parâmetos Iniciais	**Anteprojeto (2015)**	**Projeto Executivo (2006)**
DBO5 afluente	155,00 mg/L	210,00 mg/L
DBO5 efluente (eficiências 70%)	14,00 mg/L	18,90 mg/L
DQO afluente	310,00 mg/L	420,00 mg/L
DQO efluente (Eficiência 60%)	124,00 mg/L	168,00 mg/L
SS afluente	199,48 mg/L	233,71 mg/L
SS efluente	39,90 mg/L	36,40 mg/L
CF afluente (NMP/100ml)	2,9 x 10^7	3,90 x 10^7
CF efluente (NMP/100ml)	1 x 10^6	3,90 x 10^6

(fonte: elaborada pela autora)

A estimativa da eficiência produzida pelo tratamento de esgoto proposto apresentou semelhança de métodos, na previsão da remoção de DBO e DQO. A eficiência usualmente adotada na remoção de DBO pelos sistemas combinados de *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (*UASB*), ou reator anaeróbio de manta de lodo, e filtro biológico é aproximadamente 90%. Separadamente, são atribuídas eficiências na remoção de DBO da ordem de 70% para os tratamentos referidos. Da mesma forma, a remoção de DQO dos sistemas associados é da ordem de 60%.

A eliminação de SS estimada pela proposta de 2015 apresenta valor mais conservador do que o apresentado no projeto de 2006. No entanto, para a remoção de coliformes fecais, sugere-se que as eficiências observadas em sistemas combinados de *UASB* e filtro biológico são superiores àquelas consideradas no projeto executivo avaliado. Considerando-se as previsões de eficiência sugeridas, o emprego da desinfecção UV ou tratamento terciário similar é desnecessário.

[17] Informação obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

5.4.5 Quantidades de Serviços

As quantidades de serviço apresentadas no projeto executivo de SES do município (trabalho não publicado)[18], conforme apresentadas em 2006, podem ser verificadas no anexo B.

A tabela 11 apresenta a atualização dos valores apresentados, em 2006, para a implantação do projeto executivo de SES (trabalho não publicado)[19], atualizados pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI) da inflação, no período de agosto de 2006 a abril de 2015. A coluna central apresenta o valor estimativo do projeto proposto neste trabalho, sem o tratamento avançado por desinfecção UV, e a coluna à direita apresenta o valor estimativo do projeto, com o tratamento referido.

Tabela 11 – Atualização dos valores do projeto pelo IGP-DI

Correção dos Valores pelo IGP-DI		
Período: ago/2006 - abr/2015		
Correção de 69,75%		
Descrição	**Anteprojeto (2015) (R$)**	**Projeto Executivo (2006) (R$)**
Rede Coletora	2.403.856,82	2.403.856,82
Estação Elevatória	133.935,78	133.935,78
ETE		
Implantação	312.306,53	312.306,53
Desarenador	49.661,45	49.661,45
UASB + Queimador de Gás	328.890,16	328.890,16
Filtro Biológico Percolador	249.702,13	249.702,13
Leito de Secagem	215.174,45	215.174,45
Desinfecção UV	-	314.131,72
Total	**3.693.527,32**	**4.007.659,04**

(fonte: elaborada pela autora)

[18] Informação obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

[19] Opus citatua.

6 ANÁLISE E CONSIDERAÇÕES FINAIS

No desenvolvimento deste trabalho, foi verificada a existência de um projeto executivo de SES para o município de Liberato Salzano (trabalho não publicado)[20] durante levantamento de dados. A partir da descoberta, pode-se inferir, primeiramente, a existência de dificuldades de concepção e implantação de projetos de SES no município, uma vez que o projeto foi concluído há 9 anos e não foi executado. As hipóteses prováveis da não implantação do projeto são a falta de recurso financeiro e o desconhecimento de como dar sequência à implantação do sistema.

Nesse contexto, partiu-se do pressuposto de que parte das dificuldades enfrentadas pelos pequenos municípios, na implantação de SES, poderia ser avaliada por meio do acompanhamento das fases iniciais de projeto, referentes ao anteprojeto. Assim, com base nas dificuldades percebidas durante a análise do projeto executivo desatualizado elaborou-se uma proposta de anteprojeto para a cidade.

A qualidade de um projeto de engenharia está relacionada à qualidade da informação sobre a qual esse é fundamentado. Dessa forma, a primeira dificuldade observada é a compreensão de quais informações são necessárias para a elaboração do anteprojeto e, posteriormente, do projeto. Foi considerado que a forma de apresentação dos requisitos de projeto, pela NBR 9.648 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986a), é específica, porém, dificulta a percepção do tipo de dados que se busca. Portanto, uma série de diagramas categorizando a informação referida é apresentada no apêndice A.

Associada ao problema exposto, percebe-se a dificuldade de contratação de um profissional habilitado para a realização do levantamento de dados necessários. Outros impedimentos à elaboração de projetos são a não disponibilidade de mapas e cadastros confiáveis, bem como de plantas e levantamentos planialtimétricos da região e, frequentemente, da inexistência de sistemas de informação geográfica do local.

[20] Informação obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

Em alguns casos, a área determinada para a implantação da ETE não pertence à municipalidade. Nessas circunstâncias, o município pode enfrentar adversidades no processo de desapropriação da área necessária para o sistema.

A Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007, permite, aos titulares dos serviços de saneamento básico, a delegação do desenvolvimento de projetos de Sistemas de Esgotamento Sanitário à empresas terceirizadas. Entretanto, uma vez recebido o projeto contratado, muitos municípios não dispõem de meios para a avaliação técnica da qualidade da proposta, assim, sendo prejudicados na verificação do projeto quanto à adequação às realidades do local.

Acredita-se que a dificuldade de avaliação de propostas está relacionada às limitações do corpo técnico-administrativo das Prefeituras dos pequenos municípios. Nessas municipalidades, o número de servidores da área técnica é reduzido, e aqueles disponíveis podem não possuir experiência na verificação de projetos de SES. Uma ferramenta ou método de avaliação da qualidade de projetos de SES poderia auxiliar os pequenos municípios na tarefa referida. Sugere-se, também, a promoção de cursos de capacitação dos servidores dos pequenos municípios na área de implantação de SES.

Também devido às carências do corpo-técnico administrativo das Prefeituras, infere-se a dificuldade, dos pequenos municípios, de definir o projeto do SES visando ao financiamento. Órgãos do Governo Federal, responsáveis pela alocação de recursos, tais como a Funasa, podem exigir uma série de documentações e especificações do projeto para a aceitação das propostas de financiamento, com as quais os municípios não são familiarizados, contribuindo, assim, para a mistificação da implantação de um Sistema de Esgotamento Sanitário.

De acordo com Silva (2010), podem-se verificar deficiências técnicas em propostas de financiamento de pequenos municípios apresentadas à Funasa. São observados falta de documentos simples, apresentação de documentos incompletos e projetos inadequados quanto ao dimensionamento técnico, incompletos ou inviáveis.

Quanto à prestação dos serviços do SES, podem-se verificar dificuldades de caráter técnico na interlocução com a concessionária, à qual os serviços foram delegados. Além das carências técnicas das municipalidades, incertezas como a não garantia da efetividade das ligações, que impacta a obtenção de investimentos, tendem a dificultar o processo de negociação do projeto com a empresa.

Em conclusão, verificou-se que o processo de implantação de um SES, nos pequenos municípios, não é facilitado, simplesmente, pelo repasse de investimentos para o projeto. Existem, contudo, dificuldades da ordem técnica envolvidas na prática.

Finalmente, na apreciação dos métodos desenvolvidos neste trabalho, acredita-se que a proposta de guia para elaboração de anteprojeto de SES demonstrou-se útil. Com o esquema sugerido, foi possível aferir tecnicamente o projeto executivo de SES (trabalho não publicado)[21], entregue ao município de Liberato Salzano, em 2006, e propor ajustes à concepção básica do sistema, visando à melhor adequação do projeto às particularidades do município.

[21] Informação obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIAS

ALEM SOBRINHO, P.; TSUTIYA, M. T. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 1. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1999.

ANDRADE NETO, C. O. de. **Sistemas Simples para Tratamento de Esgotos Sanitários:** experiência brasileira. Rio de Janeiro: ABES, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9.648**: estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986a.

_____. **NBR 9.649**: projeto de redes coletoras de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986b.

_____. **NBR 12.207**: projeto de interceptores de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1992a.

_____. **NBR 12.208**: projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1992b.

_____. **NBR 12.209**: projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1992c.

_____. **NBR 7.229**: projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.

_____. **NBR 13.696**: tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

AZEVEDO NETTO, J. M. de. Generalidades, Aspectos Sanitários. Importância. Atraso no Brasil e em São Paulo. In: CENTRO TECNOLÓGICO DE SANEAMENTO BÁSICO. (Comp.). **Projeto de Sistemas de Esgotos Sanitários**. São Paulo: 1971a. p. 1-9.

AZEVEDO NETTO, J. M. de. Sistemas de Esgotos. Partes Constitutivas: órgãos acessórios. In: CENTRO TECNOLÓGICO DE SANEAMENTO BÁSICO. (Comp.). **Projeto de Sistemas de Esgotos Sanitários.** São Paulo: 1971b. p. 67-73.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n. 357,** de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 31 maio 2015.

_____. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Apresentação de projetos de sistemas de esgotamento sanitário:** orientações técnicas. 3. ed. (1. reimpr.). Brasília, 2006 (reimpr. 2008). Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/eng_esgot2.pdf>. Acesso em: 12 set. 2014.

_____. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Critérios e procedimentos para aplicação de recursos financeiros**. 7. ed. Brasília, 2007a. Disponível em:

<http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/adm_recFin.pdf>. Acesso em: 12 set. 2014.

_____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei n. 11.445**, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, 2007b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7217.htm>. Acesso em: 23 nov. 2014.

_____. Ministério da Saúde. **Portaria n. 2.914**, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 31 maio 2015.

_____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto n. 8.211**, de 21 de março de 2014. Altera o Decreto n. 7.217, de 21 de junho de 2010, que regulamenta a Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Decreto/D8211.htm>. Acesso em: 30 set. 2014.

_____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos:** 2013. Brasília, [2015a]. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=105>[22]. Acesso em: 25 maio 2015.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Comitê Gestor do Programa de Aceleração do Crescimento. **Sobre o PAC:** publicações nacionais. Brasília, [2015b]. Disponível em: <http://www.pac.gov.br/sobre-o-pac/publicacoesnacionais>[23]. Acesso em: 30 maio 2015.

CHERNICHARO, C. A. de L.; MÖLLER, L. M. Informações Úteis à Administração Municipal. In: BARROS, R. T. de. V.; CHERNICHARO, C. A. de. L.; HELLER, L.; VON SPERLING, M. (Ed.). **Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios:** Saneamento. 1. ed. (4. impr.). Belo Horizonte, MG: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Escola de Engenharia, UFMG, 1995 (impr. 2003). p. 113-160. v. II.

DACACH, N. G. **Tratamento Primário de Esgoto**. Rio de Janeiro: EDC, 1991.

DRINAN, J. E. **Water and Wastewater Treatment**: a guide for the nonengineering professional. Boca Raton, FL: CRC Press, c2001.

DUTRA, A. L. A Lei 11.445/2007 e as perspectivas dos prestadores municipais. In: CORDEIRO, B. de. S. (Coor.). **Lei Nacional de Saneamento Básico**. Perspectivas para as

[22] entrando no site <http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=105> , localize e selecione o item <Tabelas Completas de Informações e Prestadores de Serviços Regionais>.

[23] entrando no site <http://www.pac.gov.br/sobre-o-pac/publicacoesnacionais> , localize e selecione o item <11° Balanço Completo do PAC 2 – 4 anos(2011-2014)>.

Políticas e a Gestão dos Serviços Públicos: prestação dos serviços públicos de saneamento básico. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2009. p. 571-580. v. III.

HESPANHOL, I. Previsão de População. Áreas de Expansão das Cidades. Condições de Ocupação. Densidade Demográfica. Distribuição por Área e por Unidade de Comprimento. In: CENTRO TECNOLÓGICO DE SANEAMENTO BÁSICO. (Comp.). **Projeto de Sistemas de Esgotos Sanitários**. São Paulo: 1971. p. 45-65.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.** Tabelas Completas: Esgotamento Sanitário. Rio de Janeiro, [2010]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/defaulttabzip_esgot_san.shtm>[24]. Acesso em: 30 junho 2015.

_____. **Rio Grande do Sul**: Liberato Salzano. Rio de Janeiro, c2014a. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br/jkod>[25]. Acesso em: 31 maio 2015.

_____. **Rio Grande do Sul**: Liberato Salzano. Rio de Janeiro, c2014b. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=431160&idtema=67>[26]. Acesso em: 31 maio 2015.

LEME, F. P. **Planejamento e projeto dos sistemas urbanos de esgotos sanitários.** São Paulo: CENTRO TECNOLÓGICO DE SANEAMENTO BÁSICO, 1977.

LIBERATO SALZANO. Prefeitura Municipal. **Lei Municipal n. 3.280**, de 09 de setembro de 2013. Abre crédito adicional, aponta recursos e dá outras providências. Liberato Salzano, 2013. Disponível em: <http://www.pmliberatosalzano.com.br/novo_site/atos_oficiais/leis/2013/20130911083227.pdf>. Acesso em: 15 set. 2014.

PERA, A. F. Generalidades, Esgotos: classificação e composição dos líquidos a esgotar. Resíduos Industriais. Política de Recebimento. In: CENTRO TECNOLÓGICO DE SANEAMENTO BÁSICO. (Comp.). **Projeto de Sistemas de Esgotos Sanitários**. São Paulo: 1971. p. 10-27.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Conselho Estadual do Meio Ambiente. **Resolução n. 128**, de 7 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a fixação de padrões de emissão de efluente líquidos para fontes de emissão que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006. Disponível em: <http://www.sehabs.rs.gov.br/upload/20130628115845resolucao_consema_n__128_2006___fixacao_de_padroes_de_emissao_de_efluentes_liquidos.pdf>. Acesso em: 31 maio 2015.

[24] entrando no site <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/defaulttabzip_esgot_san.shtm>, localize e selecione o item <Tabela 49>.

[25] entrando no site <http://cod.ibge.gov.br/jkod>, localize e selecione o item <Download em arquivo .CSV para Excel>.

[26] entrando no site <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=431160&idtema=67>, localize e selecione o item <Download em arquivo .CSV para Excel>.

_____. Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler. **Licenciamento Ambiental**. Porto Alegre, c2015. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/central/licenciamento.asp>. Acesso em: 25 maio 2015.

_____. Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento Regional. Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser. **Série Histórica Nova Metodologia**. Porto Alegre, [2015]. Disponível em: <http://www.fee.rs.gov.br/indicadores/indice-de-desenvolvimento-socioeconomico/serie-historica-nova-metodologia/>[27]. Acesso em: 31 maio 2015.

SILVA, J. N. **Diretrizes para elaboração de projetos de Sistemas de Esgotamento Sanitário**. 2010. 76 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SPELLMAN, F. R. **Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant**. 2. ed. Boca Raton, FL: CRC Press, c2009.

UNITED NATIONS. **We can end poverty**: millennium development goal and beyond 2015 – GOAL 7. New York, [2008]. Disponível em: <http://www.un.org/millenniumgoals/environ.shtml>. Acesso em: 30 set. 2014.

VON SPERLING, M.; COSTA, A. M. L. M. da.; CASTRO, A. de. A. Esgotos Sanitários. In: BARROS, R. T. de. V.; CHERNICHARO, C. A. de. L.; HELLER, L.; VON SPERLING, M. (Ed.). **Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios:** Saneamento. 1. ed. (4. impr.). Belo Horizonte, MG: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Escola de Engenharia, UFMG, 1995 (impr. 2003). p. 113-160. v. II.

VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias:** introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2. ed. (2. reimpr.). Belo Horizonte, MG: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Escola de Engenharia, UFMG, 1996 (impr. 1998). v. I.

[27] entrando no site <http://www.fee.rs.gov.br/indicadores/indice-de-desenvolvimento-socioeconomico/serie-historica-nova-metodologia/>, localize e selecione o item <Download da tabela>.

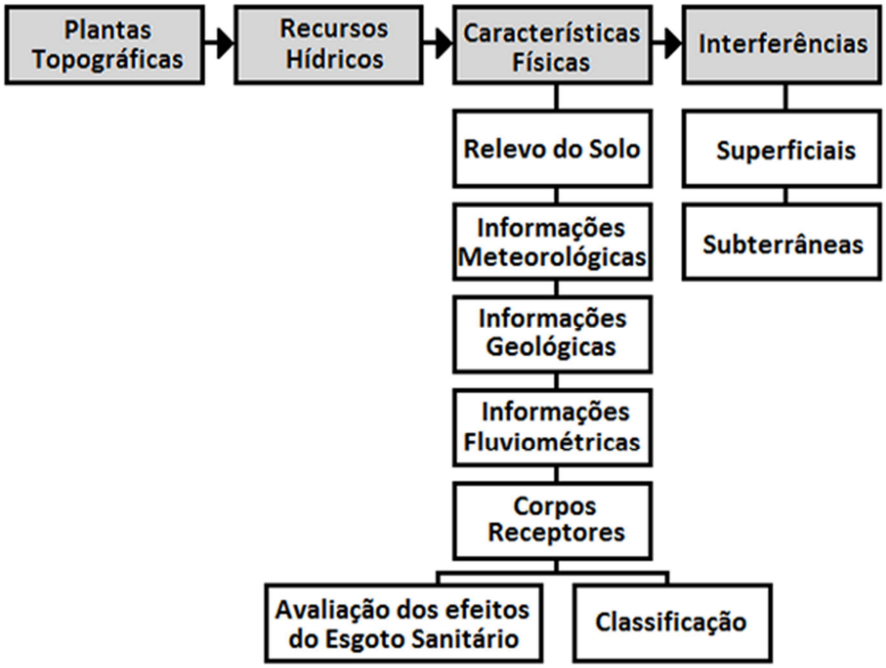
APÊNDICE A – Levantamento de dados para anteprojeto de SES

Os requisitos exigidos pela NBR 9.648 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986a) para a elaboração de anteprojeto de SES podem ser agrupados por categorias, para melhor visualização.

1 DADOS FÍSICOS

Os dados físicos podem ser apresentados em mapas, plantas e séries históricas, bem como, em estudos e relatórios. Na figura A.1, as principais informações necessárias são relacionadas.

Figura A.1 – Dados físicos do estudo de concepção

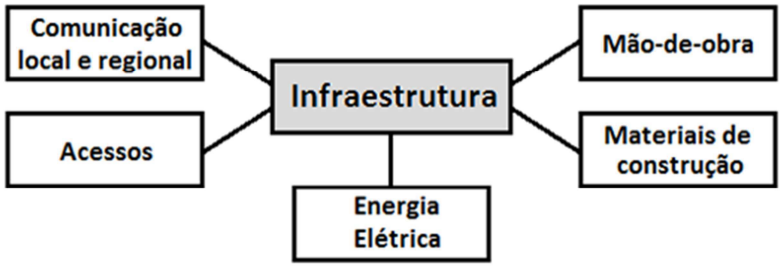


(fonte: baseado em ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986a, p. 2-3)

2 INFRAESTRUTURA

Os principais itens de infraestrutura a serem avaliados são representados na figura A.2. A avaliação dos recursos disponíveis é indispensável para o planejamento correto da execução das obras (LEME, 1977, p. 3).

Figura A.2 – Dados de infraestrutura do estudo de concepção

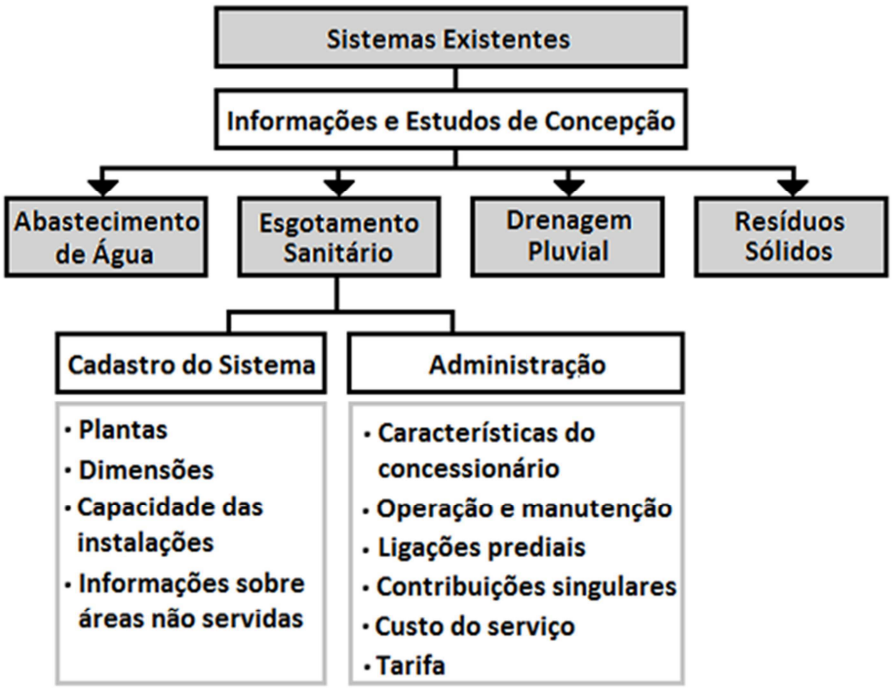


(fonte: baseado em ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986a, p. 3)

3 SISTEMAS EXISTENTES

A análise do sistema existente de esgotamento sanitário possibilita a incorporação do antigo sistema ao novo projeto. Os demais sistemas existentes que compõem os serviços de saneamento urbano do município devem ser avaliados quanto à possibilidade de interferências de traçado. Ademais, os estudos de concepção dos sistemas existentes podem auxiliar na concepção do novo projeto. As informações fundamentais são esquematizadas na figura A.3.

Figura A.3 – Dados de sistemas existentes do estudo de concepção

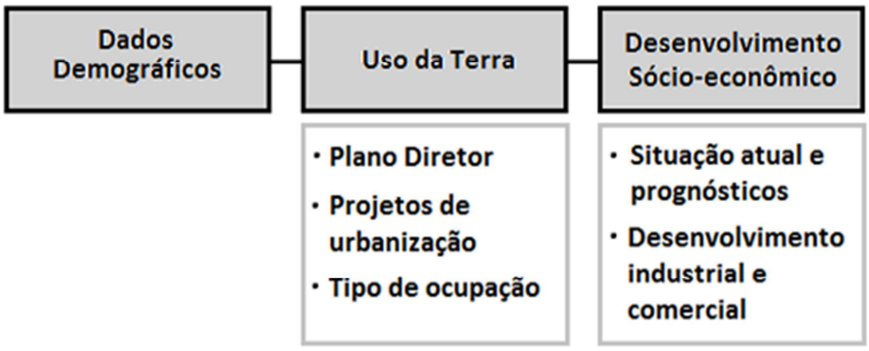


(fonte: baseado em ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986a, p. 3-4)

4 DADOS DEMOGRÁFICOS E DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A figura A.4 apresenta a descrição resumida das informações demográficas e de uso e ocupação do solo pertinentes ao estudo de concepção.

Figura A.4 – Dados demográficos e uso e ocupação do solo do estudo de concepção



(fonte: baseado em ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986a, p. 3-4)

5 LEGISLAÇÃO

Segundo a NBR 9.648 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986a, p. 4, grifo do autor), faz-se necessária a verificação da legislação vigente:

> **3.1.15 Legislação:**
>
> a) disposições legais em vigor na região, que possam afetar a concepção do sistema;
>
> b) normas vigentes em relação à passagem das canalizações nas vias de tráfego.

APÊNDICE B – Roteiro de cálculo para dimensionamento hidráulico de concepções para anteprojeto de SES

O procedimento exposto corresponde à elaboração de uma alternativa de concepção de Sistemas de Esgotamento Sanitário, para avaliação na fase de anteprojeto, devendo ser repetido para o número de opções desejadas. O resumo das atividades é apresentado no quadro B.1.

Quadro B.1 – Sugestão de roteiro de pré-dimensionamento de alternativa de SES

Sugestão de roteiro de pré-dimensionamento de alternativa de SES	
1	Escolha do tipo de sistema de esgotamento sanitário
2	Elementos do sistema de esgotamento sanitário
3	Traçado da rede
4	Escolha do material
5	Dimensionamento hidráulico da rede
6	Acessórios
7	Estações elevatórias
8	Escolha do tipo de tratamento de esgoto
9	Dimensionamento do tratamento de esgoto

(fonte: elaborada pela autora)

1 ESCOLHA DO TIPO DE SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O sistema separador absoluto é adotado, no Brasil e em outros Países, devido às vantagens que apresenta em relação ao sistema misto (VON SPERLING et al., 1995, p. 126):

a) maior flexibilidade para a escolha de pontos de lançamento das águas pluviais no corpo receptor;

b) diâmetro menor das canalizações;

c) disponibilidade de tubulações de diversos materiais;

d) menor custo de construção;

e) possibilidade do planejamento da construção em partes, com fases de expansão posteriores;

f) possibilidade de tratamento do esgoto sanitário mais econômico, uma vez que, as águas pluviais deixam de diluir as águas residuárias;

g) não apresenta problemas de extravasão dos esgotos nos períodos de chuvas intensas.

2 ELEMENTOS DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

As partes que compõe um sistema de esgotamento sanitário são (ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 1999, p. 6; AZEVEDO NETTO, 1971b, p. 71):

a) **rede coletora**: é o conjunto de canalizações que recebe e conduz os esgotos dos domicílios a um interceptor ou emissário. Os coletores são divididos em coletores secundários, que recebem as ligações prediais, e coletores principais ou troncos, que recebem os esgotos dos coletores secundários;

b) **interceptores**: são canalizações que recebem os esgotos dos coletores principais, sem ligação direta com os domicílios;

c) **emissários**: são canalizações destinadas exclusivamente ao transporte dos esgotos à estação de tratamento ou ponto de lançamento;

d) **estação elevatória**: é um elemento da rede coletora empregado quando é necessário transportar os esgotos de uma cota inferior para uma cota mais elevada;

e) **sifão invertido**: é um elemento da rede coletora utilizado para transpor um obstáculo no traçado, por meio do rebaixamento da cota da tubulação pela extensão necessária. A instalação funciona sob pressão;

f) **órgãos acessórios**;

g) **ETE**: é o conjunto de instalações destinado ao tratamento dos esgotos realizado previamente à disposição final no corpo receptor;

h) **obras de lançamento final**.

3 TRAÇADO DA REDE

A rede coletora é composta por ligações prediais e coletores de esgoto. Segundo a NBR 9.649 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986b, p. 2), para a concepção da rede, são necessários:

4.1.1 Relatório do estudo de concepção elaborado conforme a NBR 9648.

4.1.2 Levantamento planialtimétrico da área de projeto e de suas zonas de expansão em escala mínima de 1:2000, com curvas de nível de metro em metro e pontos cotados onde necessários.

4.1.3 Planta em escala mínima de 1:10000, onde estejam representadas em conjunto as áreas das bacias de esgotamento de interesse para o projeto.

4.1.4 Levantamento de obstáculos superficiais e subterrâneos nos logradouros onde, provavelmente, deve ser traçada a rede coletora.

4.1.5 Levantamento cadastral da rede existente.

4.1.6 Sondagens de reconhecimento para determinação da natureza do terreno e dos níveis do lençol freático

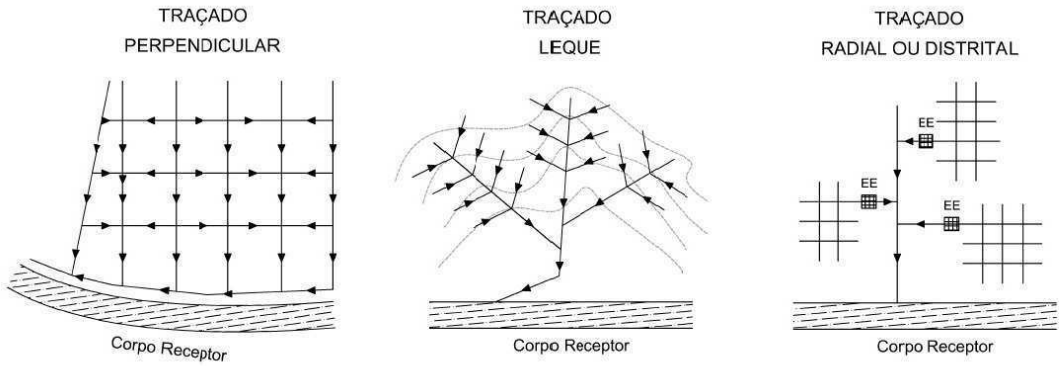
O traçado da rede de esgoto é baseado na topografia, uma vez que o escoamento ocorre por ação da gravidade, e deve seguir o arruamento do município. Nas áreas sem arruamento, o projetista deve consultar os projetos de urbanização. Os tipos de traçado de rede, conforme a figura B.1, são (ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 1999, p. 15):

a) perpendicular: em cidades atravessadas ou circundadas por cursos de água. A rede de esgotos compõe-se de vários coletores tronco independentes, com traçado mais ou menos perpendicular ao curso de água. Um interceptor marginal deverá receber os coletores, levando os efluentes ao destino adequado [...];

b) leque: é o traçado próprio a terrenos acidentados. Os coletores tronco correm pelos fundos dos vales ou pela parte baixa das bacias e nele incidem os coletores secundários, com um traçado em forma de leque ou fazendo lembrar uma espinha de peixe [...];

c) radial ou distrital: é o sistema característico de cidades planas. A cidade é dividida em distritos ou setores independentes; em cada um criam-se pontos baixos, para onde são dirigidos os esgotos. Dos pontos baixos, o esgoto é recalcado, ou para o distrito vizinho, ou para o destino final.

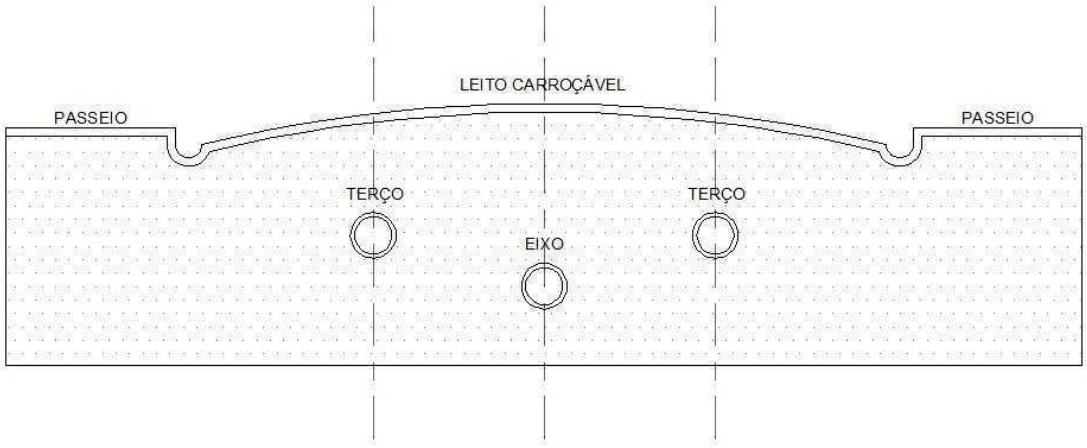
Figura B.1 – Traçado da rede



(fonte: baseada em ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 1999, p. 16-17)

Nos casos de rede simples, com apenas uma canalização na rua, é comum a instalação da rede nos terços da via, enquanto o eixo da via é ocupado por galerias pluviais, conforme a figura B.2 (ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 1999, p. 19). A posição dos coletores pode variar devido ao encontro com interferências no traçado.

Figura B.2 – Posição dos coletores



(fonte: baseada em ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 1999, p. 16-17)

Para a concepção da rede devem ser levados em consideração as bacias e sub-bacias de esgotamento, a área de esgotamento e a topografia local. Ainda, outros fatores devem ser considerados (ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 1999, p. 22; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986b):

a) profundidades: as profundidades máximas das redes assentadas nos passeios são, geralmente, próximas a 2,0 m. As sondagens, recomendadas pela NBR 9.649, permitem o conhecimento da resistência do solo e a verificação do lençol freático e da presença de rochas;
b) interferências: as principais interferências encontradas são canalizações de abastecimento de água e esgotamento pluvial e cursos d'água;
c) canalizações existentes: devem ser avaliadas quanto à possibilidade de aproveitamento integral ou parcial das tubulações;
d) planos diretores de urbanização: os planos apresentam a setorização de densidades demográficas, setores industriais, vias e zonas de expansão.

Segundo Alem Sobrinho e Tsutiya, (1999, p. 23), o traçado dos interceptores é definido logo após o traçado da rede. A locação preferencial são os fundos de vale. Nos casos em que a área corresponde a terrenos particulares, a utilização da faixa do terreno, que pode variar entre 4 a 8 metros de largura, pode ser assegurada por processo de desapropriação ou servidão.

4 ESCOLHA DO MATERIAL

As canalizações de coleta de esgoto sanitário podem ser executadas em diferentes materiais, tais como (DRINAN, c2001, p. 146, tradução nossa):

a) aço ou ferro;
b) concreto simples, concreto armado ou fibrocimento;
c) cerâmica;
d) materiais flexíveis;
e) plásticos ou termoplásticos.

As vantagens e desvantagens variam conforme o material. Tubos metálicos apresentam maior resistência mecânica, porém são suscetíveis à corrosão. Enquanto tubos cerâmicos são mais resistentes à corrosão, mas frágeis e pesados (DRINAN, c2001, p. 146, tradução nossa). Os principais fatores considerados são (DRINAN, c2001, p. 149, tradução nossa):

a) resistência à corrosão;

b) resistência ao escoamento e detritos;

c) resistência a pressões internas e externas;

d) condições do solo e aterro;

e) composição química do volume potencial de águas residuárias;

f) requisitos referentes a resistência, vida útil, estanqueidade das juntas, controle de água de infiltração e contribuição parasitária, e outras considerações físicas;

g) custo, disponibilidade e facilidade de instalação;

h) facilidade de manutenção.

5 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA REDE

O dimensionamento hidráulico da rede de coletores segue os critérios determinados pela NBR 9.649 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986b), enquanto os interceptores observam as exigências da NBR 12.207 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992a). Usualmente, os cálculos são realizados com o auxílio de softwares.

Inicialmente, as vazões inicial e final devem ser calculadas para todos os trechos da rede. Quando não existirem dados suficientes ou confiáveis para o cálculo, pode-se adotar a vazão mínima de 1,5 L/s nos trechos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986b, p. 3).

As fórmulas B.1 e B.2 são utilizadas para o cálculo das vazões inicial e final de um trecho, respectivamente, nos casos sem disponibilidade de dados de medições de vazão (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986b, p. 5-6).

$$Q_i = (k_2 \times Q_{i,med}) + I + \Sigma Qc_i \qquad \text{(fórmula B.1)}$$

$$Q_f = (k_1 \times k_2 \times Q_{f,med}) + I + \Sigma Qc_f \qquad \text{(fórmula B.2)}$$

Sendo:
Q_i = vazão inicial do trecho, em litros por segundo (L/s);
Q_f = vazão final do trecho, em litros por segundo (L/s);
k_1 = coeficiente de máxima vazão diária;
k_2 = coeficiente de máxima vazão horária;
$Q_{i,méd}$ = contribuição média de esgoto doméstico inicial, em litros por segundo (L/s);
$Q_{f,méd}$ = contribuição média de esgoto doméstico final, em litros por segundo (L/s);
I = contribuição de infiltração, em litros por segundo (L/s);
Qc_i = contribuição singular inicial, em litros por segundo (L/s);
Qc_f = contribuição singular final, em litros por segundo (L/s).

As fórmulas B.3 e B.4 são utilizadas para o cálculo das vazões inicial e final de um trecho, respectivamente, nos casos com disponibilidade de hidrogramas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986b, p. 5-6).

$$Q_i = Q_{i,máx} + \Sigma Qc_i \qquad \text{(fórmula B.3)}$$

$$Q_f = Q_{f,máx} + \Sigma Qc_f \qquad \text{(fórmula B.4)}$$

Sendo:

Q_i = vazão inicial, em litros por segundo (L/s);

Q_f = vazão final, em litros por segundo (L/s);

$Q_{i,máx}$ = vazão máxima do hidrograma inicial, em litros por segundo (L/s);

$Q_{f,máx}$ = vazão máxima do hidrograma final, em litros por segundo (L/s);

Qc_i = contribuição singular inicial, em litros por segundo (L/s);

Qc_f = contribuição singular final, em litros por segundo (L/s).

As contribuições médias de esgoto doméstico inicial e final podem ser calculadas pelas fórmulas B.5 e B.6, respectivamente (ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 1999, p. 68):

$$Q_{i,méd} = (C \times P_i \times q_i) / 86400 \qquad \text{(fórmula B.5)}$$

$$Q_{f,\,méd} = (C \times P_f \times q_f) / 86400 \qquad \text{(fórmula B.6)}$$

Sendo:

$Q_{i,méd}$ = vazão média de esgoto doméstico inicial, em litros por segundo (L/s);

$Q_{f,méd}$ = vazão média de esgoto doméstico final, em litros por segundo (L/s);

C = coeficiente de retorno;

P_i = população inicial, em habitantes (hab);

P_f = população final, em habitantes (hab);

q_i = consumo de água efetivo *per capita* inicial, em litros por habitante por dia (L/hab.dia);

q_f = consumo de água efetivo *per capita* final, em litros por habitante por dia (L/hab.dia).

Os critérios de dimensionamento, segundo a NBR 9649 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986b, p. 3), são:

a) vazão de infiltração: a taxa de contribuição de infiltração varia conforme condições locais e apresenta valores entre 0,05 e 1,0 L/s.km;

b) diâmetro: o diâmetro comercial adotado deve observar normas e especificações referentes ao material constituinte, considerando a dimensão mínima DN 100;

c) inclinação: a declividade da rede deve ser superior à inclinação mínima, conforme a fórmula B.7. A declividade máxima corresponde à inclinação do trecho que forneça velocidade de escoamento equivalente a 5 m/s.

d) tensão trativa: deve-se verificar cada trecho pelo critério de tensão trativa média, cujo valor mínimo admissível é equivalente a 1 Pa. A mínima tensão trativa é obtida pela adoção da inclinação mínima dada pela fórmula B.8, válida para tubulações com coeficiente de Manning n=0,013. Para canalizações com coeficiente de Manning diferente de n=0,013, os valores de inclinação e tensão trativa adotados devem ser justificados;

e) lâmina d'água: admitindo-se regime uniforme e permanente, a máxima lâmina d'água pode ocupar 75% da seção da tubulação;

f) velocidade crítica: quando a velocidade final do trecho ultrapassa a velocidade crítica, obtida através da fórmula B.8, a máxima lâmina d'água admissível deve ocupar 50% da seção da tubulação;

g) condição de controle de remanso: deve-se verificar a condição de remanso no trecho de montante nos trechos cuja cota do nível d'água de saída de um PV ou TIL é superior à cota de entrada.

A fórmula B.7 corresponde à inclinação mínima admissível em um trecho da rede, com coeficiente de Manning n=0,013 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986b, p. 3).

$$I_{o,mín} = 0{,}0055 \times Q_i^{-0{,}47} \qquad \text{(fórmula B.7)}$$

Sendo:

$I_{o,mín}$ = inclinação mínima, em metros por metro (m/m);

Q_i = vazão inicial, em litros por segundo (L/s).

A velocidade crítica é obtida pela fórmula B.8 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986b, p. 3).

$$v_c = 6 \times (g \times R_H)^{1/2} \quad \text{(fórmula B.8)}$$

Sendo:
v_c = velocidade crítica, em metros por segundo (m/s);
g = aceleração da gravidade, em metros por segundo ao quadrado (m/s²);
R_H = raio hidráulico, em metros (m).

6 ACESSÓRIOS

Para o dimensionamento dos órgãos acessórios da rede coletora, devem-se observar os critérios dispostos na NBR 9.649. Segundo a NBR 9.649 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986b), é necessário incluir poços de visita em todas as singularidades da rede. Em determinadas situações os poços de visita podem ser substituídos por acessórios mais simples, como caixas de passagem e terminais (ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 1999, p. 14-15).

De acordo com a NBR 9.649, o poço de visita é uma "Câmara visitável através de abertura existente em sua parte superior, destinada à execução de trabalhos de manutenção." (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986b, p. 2). O acessório é composto por câmara inferior e chaminé de acesso e pode ser executado em alvenaria ou concreto (AZEVEDO NETTO, 1971b, p. 72).

Para a utilização de caixas de passagem, deve-se assegurar o acesso de equipamentos de limpeza. O acessório pode substituir o PV em mudanças de direção e características da tubulação. Pode-se empregar o terminal de limpeza no início de coletores, enquanto o tubo de inspeção e limpeza pode ser utilizado nas mesmas situações que aceitam CP e TL e casos descritos na NBR 9.649 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986b, p. 3).

Nas situações em que o traçado da rede deve ultrapassar um obstáculo, a transposição pode ser realizada por meio de um sifão invertido. A instalação é composta por duas câmaras conectadas às extremidades de um conduto de funcionamento sob pressão, que conduz o efluente em cota rebaixada em relação aos trechos adjacentes da canalização. O uso do sifão

invertido deve ser, no entanto, é limitado pelo custo relativamente elevado e pela dificuldade de limpeza e desobstrução (ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 1999, p. 201).

7 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

As estações elevatórias são instalações utilizadas quando há necessidade de conduzir o esgoto sanitário para uma cota mais elevada, transpondo o obstáculo por meio de bombeamento. As unidades elevatórias realizam o bombeamento do esgoto, enquanto as tubulações denominadas linhas de recalque transportam o despejo bombeado. (VON SPERLING et al., 1995, p. 131) É necessário observar, no entanto, que "Tais instalações, além de apresentarem um custo inicial elevado, exigem despesas de operação e, sobretudo, manutenção permanente e cuidadosa." (VON SPERLING et al., 1995, p. 140).

O dimensionamento das Estações Elevatórias de esgoto sanitário deve obedecer às diretrizes dispostas na NBR 12.208. A apresentação do projeto deve incluir peças técnicas, elementos gráficos e um manual de operação das instalações. Com base na NBR 12.208 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992b), as etapas de dimensionamento podem ser resumidas em:

a) dimensionamento do poço de sucção;
   - volume útil;
   - dimensões e forma;
   - tempo de detenção média;
b) dimensionamento dos condutos;
c) seleção dos conjuntos motor-bomba
   - vazão de recalque;
   - altura manométrica;
   - NPSH disponível;
   - número de unidades elevatórias.

8 ESCOLHA DO TIPO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

A técnica mais usual de disposição de esgotos sanitários consiste no tratamento de parte dos poluentes do esgoto e o sequente despejo do efluente em um corpo receptor capaz de depurar

o restante das impurezas, observando os limites de autodepuração do receptor (LEME, 1977, p. 137). A escolha do sistema de tratamento do esgoto deve, portanto, estabelecer uma relação conveniente entre a eficiência do sistema na remoção de impurezas e as limitações dos corpos receptores, verificadas nos estudos iniciais.

O local de implantação da ETE, contudo, é escolhido em função da topografia local. Usualmente, procura-se escoar o efluente por gravidade, dessa forma, evitando sifões e estações elevatórias, consideravelmente onerosos ao projeto. Busca-se aliar simplicidade, flexibilidade e custo (DACACH, 1991, p. 38).

A tabela B.1 apresenta um comparativo entre sistemas de tratamento de esgoto sanitário, em relação a diversos fatores considerados na seleção do processo de tratamento apropriado. Às características, são atribuídas notas de 0 a 5, onde 5 corresponde à situação mais desejável a ser obtida. O projeto do sistema mais vantajoso para as condições locais deve seguir os preceitos da NBR 12.209 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992c).

Tabela B.1 – Comparação entre os sistemas de tratamento de esgoto sanitário

Critérios		Sistemas de Tratamento de Esgoto Sanitário					
		Trat. Preliminar	Trat. Primário	TS-FAN	RAFAALL	Lagoas de Estabilização	
						s/ aeração	aeradas
Eficiência na remoção	DBO	0	1	3	3	3	3
	Nutrientes	0	1	1	1	2	2
	Coliformes	0	1	2	2	2 a 4	2 a 4
Requisitos	Área	5	5	5	5	1 a 2	2 a 3
	Energia	5	4	5	5	5	3
Custos	Implantação	5	4	4	4	3 a 4	3
	Manutenção e Operação	4	3	5	5	5	3 a 4
Geração de Subprodutos		5	3	4	4	5	3 a 5
Resistência a variações do afluente	Vazão	5	4	3	2	4	3 a 4
	Qualidade	5	5	3	2	4	4
	Tóxicos	5	4	2	2	3	3
Confiabilidade		5	4	3	3	4	3 a 4
Simplicidade de		3	3	4	4	5	3 a 4
Desempe-nho	Clima	5	4	2	2	2	3
	Solo	5	5	4	4	3	3 a 4
Problemas ambientais	Maus odores	1	2	2	2	1 a 3	3 a 4
	Ruídos	4	4	-	-	5	1
	Aerossóis	5	5	-	-	5	1
	Insetos e Vermes	2	2	4	4	1	1 a 3

Observações:

1) a tabela é adaptada de VON SPERLING, 1996, p. 219-220;

2) a tabela contém um comparativo entre os sistemas de esgotamento sanitário mais utilizados, onde foram atribuídos valores de 0 a 5 para cada característica avaliada. O valor 5 corresponde à situação mais desejável a ser obtida pelo sistema, enquanto que o valor 0 corresponde à situação menos desejável.

continua

continuação

Critérios		Sistemas de Tratamento de Esgoto Sanitário				
		Disposição Controlada no Solo		Lodos Ativados	Filtros Biológicos	Biodiscos
		Infiltr.	Esc. Superf.			
Eficiência na remoção	DBO	5	5	4 a 5	4	4
	Nutrientes	4	3	2 a 4	2 a 4	2 a 3
	Coliformes	4	3	2	2	2
Requisitos	Área	1 a 2	2	4	3 a 4	4
	Energia	5	5	1 a 2	3 a 4	3
Custos	Implantação	3 a 4	4	1 a 2	1 a 2	1
	Manutenção e Operação	5	5	1 a 2	3	3
Geração de Subprodutos		5	5	1 a 2	1 a 2	1
Resistência a variações do afluente	Vazão	4	4	3 a 4	3 a 4	3
	Qualidade	4	4	3 a 4	2 a 3	3
	Tóxicos	4	3	2 a 3	2 a 3	2
Confiabilidade		4	4	4 a 5	4	3
Simplicidade de		4	5	1 a 3	3	3
Desempe-nho	Clima	4	4	3 a 4	2	2
	Solo	1	2	5	5	5
Problemas ambientais	Maus odores	1 a 4	1	3 a 5	4	4
	Ruídos	5	5	1	4	4
	Aerossóis	1 a 5	1 a 5	1 a 5	4	5
	Insetos e Vermes	1 a 4	1	4	1 a 3	3

Observações:

1) a tabela é adaptada de VON SPERLING, 1996, p. 219-220;

2) a tabela contém um comparativo entre os sistemas de esgotamento sanitário mais utilizados, onde foram atribuídos valores de 0 a 5 para cada característica avaliada. O valor 5 corresponde à situação mais desejável a ser obtida pelo sistema, enquanto que o valor 0 corresponde à situação menos desejável.

(fonte: adaptado de VON SPERLING, 1996, p. 219-220)

9 DIMENSIONAMENTO DO TRATAMENTO DE ESGOTO

O dimensionamento das estações de tratamento de esgoto sanitário deve seguir as normas técnicas e bibliografias pertinentes. A NBR 12.209 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE

NORMAS TÉCNICAS, 1992c, p. 3) sugere, para o dimensionamento hidrossanitário do tratamento, a sequência de atividades:

a) seleção e interpretação das informações disponíveis para projeto;

b) definição das opções de processo para a fase líquida e para a fase sólida;

c) seleção dos parâmetros de dimensionamento e fixação de seus valores;

d) dimensionamento das unidades de tratamento;

e) elaboração dos arranjos em planta das diversas opções definidas;

f) elaboração de perfil hidráulico preliminar das diversas opções;

g) avaliação de custo das diversas opções;

h) comparação técnico-econômica e escolha da solução;

i) dimensionamento dos órgãos auxiliares e sistemas de utilidades;

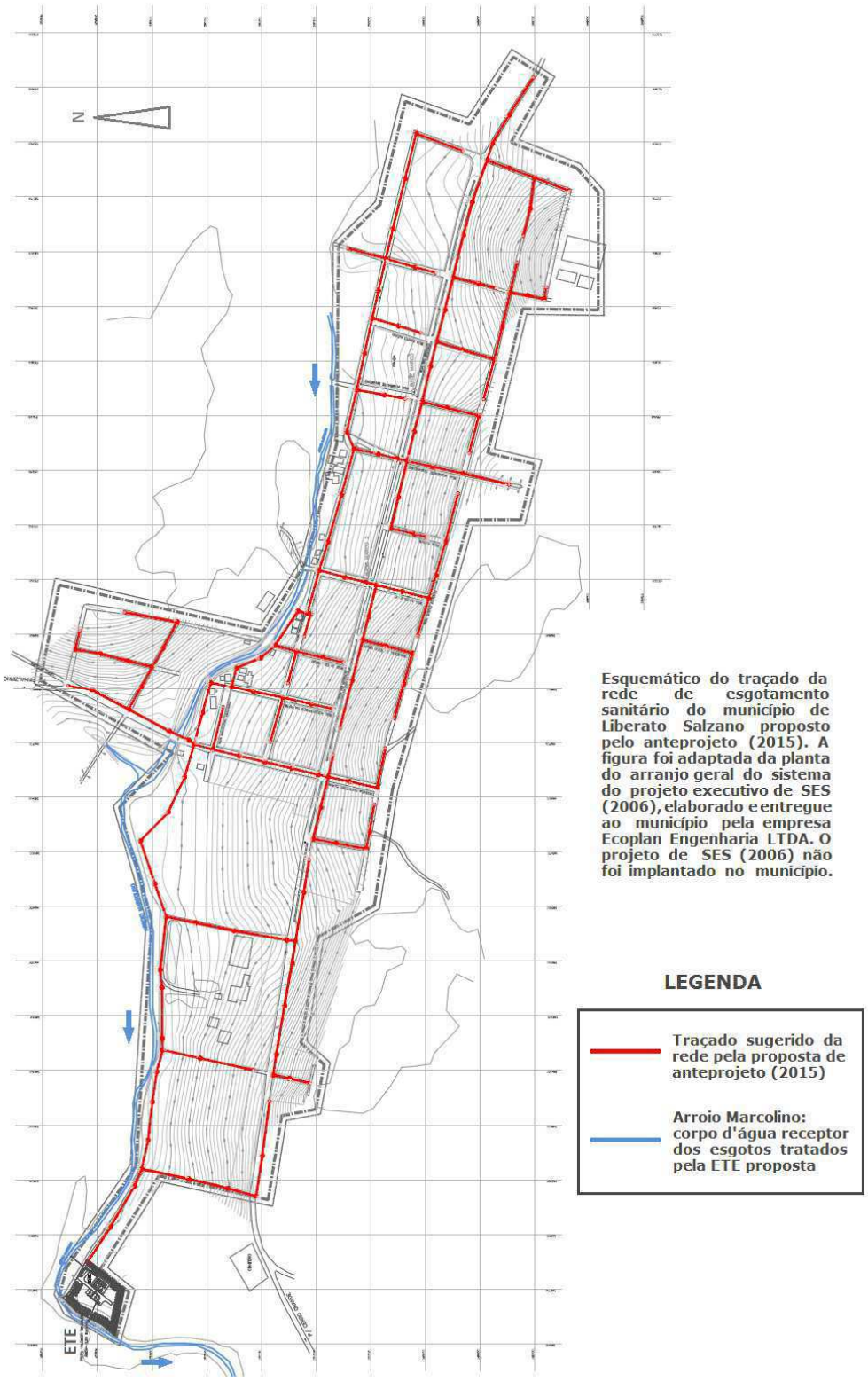
j) seleção dos equipamentos e acessórios;

l) locação definitiva das unidades, considerando a circulação de pessoas e veículos e o tratamento arquitetônico-paisagístico;

m) elaboração do perfil hidráulico em função do arranjo definitivo;

n) elaboração de relatório do projeto hidráulicosanitário, justificando as eventuais divergências em relação ao estudo de concepção.

ANEXO A – Esquemático do traçado da rede coletora proposta para a área urbana do município de Liberato Salzano



(fonte: trabalho não publicado)[28]

[28] Figura adaptada do Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

ANEXO B – Quantidades de serviços do projeto executivo de SES de Liberato Salzano, conforme apresentado em 2006.

Figura I – Resumos dos quantitativos

DESCRIÇÃO	VALOR R$
I - REDE COLETORA	**1.416.130.38**
BACIA 1	1.416.130.38
II - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA E EMISSÁRIO	**78.902.59**
EBE 1	78.902.59
III - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO	**865.909.53**
IMPLANTAÇÃO	183.982.16
DESARENADOR E CAIXA DE AREIA	29.255.94
REATORES UASB E QUEIMADOR DE GASES	193.751.70
FILTRO BIOLÓGICO DE ALTA TAXA	147.101.43
LEITO DE SECAGEM	126.760.91
DESINFECÇÃO POR ULTRA - VIOLETA	185.057.39
TOTAL GERAL	**2.360.942.50**

(fonte: trabalho não publicado)[29]

[29] Figura obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

Figura II – Quantitativos da rede coletora (1 de 3)

DEMONSTRATIVO DE CUSTO UNITÁRIO		CIDADE: LIBERATO SALZANO / RS OBRA: SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO BACIA 1 - REDE COLETORA				FOLHA 1/3
ITEM	MATERIAL/SERVIÇO	UN	QUANT	PREÇOS (R$)		
				UNITÁRIO	DO SUBITEM	TOTAL DO ITEM
1	CANTEIRO DE OBRAS					
1.1	Construção do Canteiro					
1.1.1	Ligação provisória de água e esgoto	un	1.00	300.72	300.72	
1.1.2	Ligação provisória de força e luz	un	1.00	969.10	969.10	
1.1.3	Ponto de água externo	un	5.00	151.76	758.80	
1.1.4	Ponto de luz externo	un	5.00	175.94	879.70	
1.1.5	Escritório módulo básico 15 m²	un	1.00	3.511.55	3.511.55	
1.1.6	Escritório módulo adicional 1 - 10 m²	un	1.00	945.06	945.06	
1.1.7	Almoxarifado módulo básico 10 m²	un	1.00	2.373.48	2.373.48	
1.1.8	Almoxarifado módulo adicional 10 m²	un	1.00	866.28	866.28	
1.1.9	Telheiro módulo básico 20 m²	un	1.00	1.216.90	1.216.90	
1.1.10	Telheiro módulo adicional 10 m²	un	1.00	476.71	476.71	
1.1.11	Alojamento módulo básico 10 m²	un	1.00	2.373.48	2.373.48	
1.1.12	Refeitório módulo básico 40 m³	un	1.00	6.122.22	6.122.22	
1.1.13	Sanitário módulo 15 m²	un	1.00	4.961.57	4.961.57	
1.1.14	Guarita módulo 5 m²	un	1.00	1.103.84	1.103.84	
1.1.15	Tapume de vedação padrão	m²	80.00	45.92	3.673.60	
1.1.16	Placas da obra	m²	6.00	161.54	969.24	**31.502.25**
2	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO					
2.1	Mobilização	Vb	1.00	446.00	446.00	
2.2	Desmobilização	Vb	1.00	191.14	191.14	**637.14**
3	SERVIÇOS TECNICOS E OBRAS COMPLEMENTARES					
3.1	Locação					
3.1.1	Locação e nivelamento de obras p/ condutos livres	m	9.244.00	2.39	22.063.57	
3.2	Cadastro					
3.2.1	Cadastro e desenho p/ obras de condutos livres	m	9.244.00	0.59	5.407.74	
3.3	Serviços Técnicos e Obras Complementares					
3.3.1	Engenharia, geotecnia, estrutural, elétrico e automação	un	1.00	6.371.47	6.371.47	**33.842.78**
3.4	Trânsito e Segurança					
3.4.1	Sinalização Luminosa com cavalete placa e cone	m	2.773.20	0.79	2.199.14	
3.4.2	Passadiço em chapa de aço 3/4" (2,00 x 1,00)	un	28	88.40	2.451.50	**4.650.64**
4	MOVIMENTO DE SOLO					
4.1	Escavação (redes e ramais)					
4.1.1	Escavação manual valas (0-2 m)	m³	2.797.20	10.00	27.963.60	
4.1.2	Escavação mecânica valas (0-2 m)	m³	8.199.59	4.82	39.546.59	
4.1.3	Escavação mecânica valas (0-3 m)	m³	99.33	5.30	526.86	
4.1.4	Escavação em rocha branda valas a frio (0-5 m)	m³	645.47	91.66	59.165.84	
4.1.5	Escavação em rocha dura valas a fogo (0-5 m)	m³	276.63	148.50	41.079.36	
4.2	Aterro, Reaterro e Lastros (redes e ramais)					
4.2.1	Reenchimento Compactado a Percursão	m³	8.749.10	4.38	38.329.79	
4.2.2	Reenchimento Manual Apiloado	m³	3.269.12	7.67	25.074.17	
4.2.3	Mat. de empréstimo argila medição no aterro compactado	m³	632.54	12.35	7.811.91	
4.3	Lastros (embasamento - rede e ramais)					
4.3.1	Lastro de areia	m³	1.206.34	22.75	27.444.23	
4.3.2	Lastro de brita	m³	246.32	36.40	8.966.04	
4.4	Carga, Descarga e Transporte (rede e ramais)					
4.4.1	Carga e desgarga de areia	m³	1.206.34	2.80	3.371.72	
4.4.2	Carga e desgarga de brita	m³	246.32	3.90	960.64	
4.4.3	Carga e desgarga de argila p/ empréstimo	m³	632.54	2.93	1.850.18	
4.4.4	Carga e desgarga de rocha p/ bota-fora	m³	922.10	3.90	3.596.19	
4.4.5	Transporte de areia - 7 km	m³	1.206.34	6.50	7.841.21	
4.4.6	Transporte de argila p/ empréstimo - 7 km	m³	632.54	6.50	4.111.53	
4.4.7	Transporte de rocha p/ bota-fora - 7 km	m³	922.10	7.80	7.192.39	**304.832.25**

(fonte: trabalho não publicado)[30]

[30] Figura obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

Figura III – Quantitativos da rede coletora (2 de 3)

DEMONSTRATIVO DE CUSTO UNITÁRIO		CIDADE: LIBERATO SALZANO / RS OBRA: SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO BACIA 1 - REDE COLETORA				FOLHA 2/3
ITEM	MATERIAL/SERVIÇO	UN	QUANT	PREÇOS (R$)		
				UNITARIO	DO SUBITEM	TOTAL DO ITEM
5	**ESCORAMENTO**					
5.1	Escoramento de solo					
5.1.1	Escoramento descontínuo de madeira	m²	7.020.12	14.57	102.304.15	
5.1.2	Escoramento contínuo de madeira	m²	232.35	20.42	4.745.24	**107.049.39**
6	**ESGOTAMENTO**					
6.1	Esgotamento com bombas					
6.1.1	Esgotamento com bomba auto-escorvante 3,5 hp	h	150.00	3.77	565.50	
6.1.2	Rebaixamento de lençol freático, valas em areia, até 1,5m de prof.	m	462.20	8.52	3.935.63	**4.501.13**
7	**PEÇAS DE CONCRETO**					
7.1	PVs TIPO N					
7.1.1	Anel de concreto DN 0,60 m , h = 0,10 m	un	150.00	32.18	4.826.25	
7.1.2	Anel de concreto DN 0,60 m, h = 0,15 m	un	149.00	40.95	6.101.55	
7.1.3	Anel tronco cônico DN 0,60 x 1,00 m, h = 1,00 m	un	4.00	156.00	624.00	
7.1.4	Anel de concreto DN 1,00 m, h = 0,20 m	un	30.00	63.38	1.901.25	
7.1.5	Anel de concreto DN 1,00 m, h = 0,50 m	un	25.00	118.95	2.973.75	
7.1.6	Anel de concreto DN 1,00 m, h = 0,75 m	un	119.00	196.95	23.437.05	
7.1.7	Anel de concreto DN 1,00 m, h = 1,00 m	un	26.00	224.25	5.830.50	
7.1.8	Laje DN 1,20 x 0,60 excentrica	un	161.00	156.98	25.272.97	
7.1.9	Tampão Concreto Armado (760 x 580 x 80mm)	un	55.00	137.80	7.579.00	
7.2	INSPEÇÃO TUBULAR					
7.2.1	Tê Corneta DN 150		35.00	265.20	9.282.00	**87.828.32**
8	**LIGAÇÕES PREDIAIS (ramais)**					
8.2	CAIXA DE CALÇADA					
8.2.1	Caixa de calçada 400 x 700 mm c/ tampão DN 400	un	740.00	79.95	59.163.00	
8.2.2	Anel Prolongamento DN 400 x 100 mm	un	111.00	19.50	2.164.50	
8.2.3	Anel Prolongamento DN 400 x 150 mm	un	74.00	34.13	2.525.25	
8.2.4	Anel Prolongamento DN 400 x 200 mm	un	37.00	43.88	1.623.37	**65.476.12**
9	**FUNDAÇÃO E ESTRUTURA**					
9.1	Lastro					
9.1.1	Lastro de brita nº2	m³	40.00	61.10	2.444.00	
9.1.2	Lastro de concreto min. 250 kg/m³	m³	36.00	234.00	8.424.00	
9.1.3	Formas e Cimbramentos					
9.1.4	Fôrma curva cilíndrica, estrut.corrent.c/escoramento	m²	656.00	67.60	44.345.60	
9.1.5	Armaduras					
9.1.6	Armadura CA-50	kg	11.517.00	8.45	97.318.65	
9.1.7	Concreto					
9.1.8	Concreto fck=20, min. 370 kg cim, fins hidráulicos	m³	144.00	286.00	41.184.00	
9.2	Montagem					
9.2.1	Montagem de tampão de ferro fundido DN 600, para PV	un	75.00	32.24	2.418.00	
9.2.2	Montagem de inspeção tubular, para IT c/ tampão DN 480	un	35.00	53.30	1.865.50	
9.2.3	Montagem de pré-moldados de concreto para PV	m	175.10	31.20	5.463.12	
9.2.4	Montagem caixa de calçada p/ ramal predial esgoto	un	740.00	11.83	8.754.20	**212.217.07**

(fonte: trabalho não publicado)[31]

[31] Figura obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

Figura IV – Quantitativos da rede coletora (3 de 3)

DEMONSTRATIVO DE CUSTO UNITÁRIO		CIDADE: LIBERATO SALZANO / RS OBRA: SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO BACIA 1 - REDE COLETORA				FOLHA 3/3
ITEM	MATERIAL/SERVIÇO	UN	QUANT	PREÇOS (R$)		
				UNITARIO	DO SUBITEM	TOTAL DO ITEM
10	**ASSENTAMENTO (redes e ramais)**					
10.1	Assentamento de Tubos					
10.1.1	Tubo de PVC DN 100	m	5.180.00	1.00	5.185.18	
10.1.2	Tubo de PVC DN 150	m	8.582.00	1.16	9.929.37	
10.1.3	Tubo de PVC DN 200	m	662.00	1.35	895.02	
10.2	Carga e descarga de Tubos					
10.2.1	Tubo de PVC DN 100	m	5.180.00	0.29	1.481.48	
10.2.2	Tubo de PVC DN 150	m	8.582.00	0.36	3.123.84	
10.2.3	Tubo de PVC DN 200	m	662.00	0.42	275.39	
10.3	Transporte de Tubos a 4 km					
10.3.1	Tubo de PVC DN 100	m	5.180.00	0.26	1.346.80	
10.3.2	Tubo de PVC DN 150	m	8.582.00	0.26	2.231.32	
10.3.3	Tubo de PVC DN 200	m	662.00	0.27	180.72	**24.649.12**
11	**PAVIMENTAÇÃO (vias e passeios)**					
11.1	Remoção de Pavimentos, Guias e Sarjetas					
11.1.1	Remoção de concreto simples espess. 8 a 12 cm	m²	192.00	12.19	2.341.24	
11.1.2	Remoção de leivas	m²	3.838.00	2.08	7.983.04	
11.1.3	Remoção de placas regulares de basalto	m²	959.00	2.86	2.742.74	
11.1.4	Remoção de placas irregulares de basalto	m²	1.439.00	1.95	2.806.05	
11.1.5	Remoção de laje de grês	m²	1.919.00	2.61	5.014.34	
11.1.6	Remoção de piso de cimento e areia espess. 3 a 5 cm	m²	1.247.00	2.34	2.917.98	
11.1.7	Remoção de meio-fio	m	924.40	2.21	2.042.92	
11.1.8	Remoção de asfalto cbuq espessura 6 a 10 cm	m²	317.00	5.53	1.751.42	
11.1.9	Remoção de Paralelepipedos	m²	4.227.90	2.93	12.366.60	
11.1.10	Remoção em saibro/terra	m²	1.939.40	1.17	2.269.09	
11.2	Recomposição de Pavimentos, Guias e Sarjetas					
11.2.1	Recomposição de concreto simples espess. 10 cm	m²	192.00	26.21	5.031.93	
11.2.2	Recomposição de leivas	m²	3.838.00	3.25	12.473.50	
11.2.3	Recomposição de placas regulares de basalto	m²	959.00	11.05	10.596.95	
11.2.4	Recomposição de placas irregulares de basalto	m²	1.439.00	9.36	13.469.04	
11.2.5	Recomposição de laje de grês	m²	1.919.00	11.70	22.452.30	
11.2.6	Recomposição de piso de cimento e areia espess. 3 a 5 cm	m²	1.247.00	15.21	18.966.87	
11.2.7	Recomposição de meio-fio	m	924.40	4.94	4.566.53	
11.2.8	Recomposição de asfalto CBUQ espessura 5 cm	m²	317.00	50.25	15.927.66	
11.2.9	Recomposição de Paralelepipedos	m²	4.227.90	12.29	51.939.75	
11.2.10	Recomposição em saibro/terra	m²	1.939.40	5.98	11.597.61	**209.257.56**
12	**FORNECIMENTO DE MATERIAIS (redes e ramais)**					
12.1	Fornecimento de tubos em PVC					
12.1.1	Tubos de PVC, esgoto, ocre, NBR 7362, c/ anel DN 100	m	5.180.00	9.41	48.754.16	
12.1.2	Tubos de PVC, esgoto, ocre, NBR 7362, c/ anel DN 150	m	8.582.00	18.95	162.663.22	
12.1.3	Tubos de PVC, esgoto, ocre, NBR 7362, c/ anel DN 200	m	662.00	29.39	19.458.16	
12.1.4	Selim DN 150 x 100	un	229.00	18.20	4.167.80	
12.1.5	Selim DN 200 x 100		17.66	33.67	594.77	
12.1.6	Curva 45º PVC PBJE DN 100	un	247.00	22.10	5.458.70	
12.1.7	Anel de borracha DN 100	un	1.973.00	2.60	5.129.80	
12.2	Fornecimento de tampão articulado em Ferro Fundido/AÇO					
12.2.1	Tampão de ferro fundido DN 480 (IT) p/via pública c/artic.trav.autom.antifurto	un	35.00	351.00	12.285.00	
12.2.2	Tampão de ferro fundido DN 600 (PV) p/via pública c/artic.trav.autom.antifurto	un	75.00	845.00	63.375.00	
12.2.3	Tubo c/ Flanges AÇO, DN 150 (travessia)	un	5.00	1.560.00	7.800.00	**329.686.61**
			TOTAL (R$)		**1.416.130.38**	**1.416.130.38**

Obs: Incluso BDI de 30 %

(fonte: trabalho não publicado)[32]

[32] Figura obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

Figura V – Quantitativos da EBE (1 de 2)

DEMONSTRATIVO DE CUSTO UNITÁRIO		CIDADE: LIBERATO SALZANO / RS OBRA: SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO EBE-1 E EMISSÁRIO				FOLHA 1/2
ITEM	MATERIAL/SERVIÇO	UN	QUANT	PREÇOS (R$)		
				UNITÁRIO	DO SUBITEM	TOTAL DO ITEM
1	**MOVIMENTO DE SOLO**					
1.1	Escavação					
1.1.1	Escavação mecânica valas, argila 0-2 m	m³	22.20	4.82	107.07	
1.1.2	Escavação mecânica localizada, argila 0-5 m	m³	74.25	7.15	530.91	
1.2	Reaterro					
1.2.1	Reenchimento compactado à percussão	m³	9.27	4.38	40.60	
1.2.2	Reenchimento manual apiloado	m³	55.61	7.67	426.51	
1.3	Carga, Transporte e Descarga para material p/ bota-fora					
1.3.1	Carga e descarga de solos p/ bota-fora	m³	27.14	2.93	79.37	
1.3.2	Transporte de solos p/ bota-fora - 7 km	m³	27.14	6.50	176.39	**1.360.85**
2	**ESCORAMENTO EM MADEIRA**					
2.1	Escoramento de solo, contínuo de madeira	m²	29.00	20.41	591.89	**591.89**
3	**ESGOTAMENTO**					
3.1	Esgotamento com bombas					
3.1.1	Esgotamento com bomba auto-escorvante 3,5 hp	h	58.00	3.85	223.30	**223.30**
4	**FUNDAÇÃO E ESTRUTURA**					
4.1	Lastros					
4.1.1	Lastro de areia (embasamento emissário)	m³	4.44	22.75	101.01	
4.1.1	Lastro de brita nº. 02	m³	3.00	61.10	183.30	
4.1.2	Lastro de concreto usinado 250 kg cim/m³	m³	2.00	189.80	379.60	
4.2	Formas e cimbramentos					
4.2.1	Forma Plana para Laje/Parede com Escoramento	m²	11.00	46.80	514.80	
4.2.2	Forma curva cilíndrica estruturas correntes com escoramento	m²	34.00	54.60	1.856.40	
4.3	Armaduras					
4.3.1	Armadura CA-50	Kg	273.00	5.33	1.455.09	
4.3.2	Armadura CA-60	Kg	91.00	6.37	579.67	
4.4	Concreto					
4.4.1	Concreto usinado bombeado 15 MPa, 340 kgcim/ m³	m³	1.87	273.00	509.60	
4.4.1	Concreto usinado bombeado Fck= 25 Mpa, 390 kg cim./ m³	m³	5.60	286.00	1.601.60	**7.181.07**
5	**ALVENARIA DE TIJOLOS MACIÇOS**					
5.1	Alvenaria de tijolos maciços comuns achato	m²	10.00	14.30	143.00	**143.00**
6	**CÂMARA DISSIPADORA DE ENERGIA**	vb	1.00	1.950.00	1.950.00	**1.950.00**
7	**REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES**					
7.1	Impermeabilização					
7.1.1	Impermeabilização de massa para concreto	kg	3.08	3.51	10.81	
7.1.2	Impermeabilização com tinta betuminosa 3 demãos	m²	41.25	16.26	670.72	
7.1.3	Impermeabilização com hidroasfalto, 2 demãos	m²	13.75	5.43	74.66	**756.19**
8	**GRUPO MOTOBOMBA**					
8.1	Vazão = 11.50 l/s, ATM = 9.23 m, motor de 3,5 CV	cj	2.00	16.900.00	33.800.00	**33.800.00**
9	**INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**	vb	1.00	1.690.00	1.690.00	**1.690.00**

(fonte: trabalho não publicado)[33]

[33] Figura obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

Figura VI – Quantitativos da EBE (2 de 2)

DEMONSTRATIVO DE CUSTO UNITÁRIO		CIDADE: LIBERATO SALZANO / RS OBRA: SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO EBE-1 E EMISSÁRIO				FOLHA 2/2
ITEM	MATERIAL/SERVIÇO	UN	QUANT	PREÇOS (R$)		
				UNITÁRIO	DO SUBITEM	TOTAL DO ITEM
10	**FORNECIMENTO, CARGA E DESCARGA DOS MATERIAIS**					
10.1	TUBOS E CONEXÕES EM FERRO FUNDIDO DÚCTIL					
10.1.1	Válvula de Gaveta, DN200, c/bolsas e cabeçote, PN16, F°F°	pç	1.00	1.560.00	1.560.00	
10.1.2	Tubo c/ pontas, F°F, PN10, DN 100 L=3.500 mm	pç	1.00	156.00	156.00	
10.1.3	Luva PVC, JE, DN 100	pç	1.00	19.50	19.50	
10.1.4	Redução concêntrica, F°F° DN 50x100, L=300mm	pç	2.00	163.80	327.60	
10.1.5	Tubo c/ flanges, PN 10, DN 100 mm, L=4.650mm	pç	2.00	1.360.13	2.720.25	
10.1.6	Curva 90º c/ flanges PN 10 DN 100	pç	2.00	141.15	282.29	
10.1.7	Válvula de retenção portinhola única, PN 10, DN 100	pç	2.00	570.24	1.140.47	
10.1.8	Toco c/ flange e ponta, PN 10, DN 100 L= 200 mm	pç	2.00	108.58	217.15	
10.1.9	Junta gibault travada DN 100	pç	1.00	151.17	151.17	
10.1.10	Curva 45º c/ flanges PN 10 DN 100	pç	1.00	174.99	174.98	
10.1.11	Válvula de gaveta c/ flanges e cabeçote, PN 10, DN 100	pç	2.00	534.93	1.069.86	
10.1.12	Junção e redução c/ flanges, PN 10, DN 100 x 80	pç	1.00	206.29	206.29	
10.1.13	Junção 45° c/ flange, PN 10, DN 100	pç	1.00	271.44	271.44	
10.1.14	Extremidade c/ flanges e ponta, ABA de vedação, PN 10, DN 100 L= 950 mm	pç	1.00	380.02	380.01	
10.1.15	Curva 90º c/ flanges PN 10 DN 80	pç	1.00	130.29	130.29	
10.1.16	Toco c/ flanges, PN 10, DN 80 L= 250 mm	pç	1.00	130.29	130.29	
10.1.17	Válvula de Gaveta c/ flanges e cabeçote, PN 10, DN 80	pç	1.00	424.12	424.12	
10.1.18	Tubo c/ flanges e ponta, PN 10, DN 80 L= 1.000 mm	pç	1.00	390.73	390.72	
10.1.19	Tampa estanque # 600 x 600	cj	4.00	532.02	2.128.08	
10.1.20	Curva de 90° c/ bolsa, JGS, PN 10, DN 100	pç	1.00	195.00	195.00	
10.1.21	Tubos F°F° DN 100, JE L = 6,00 (emissário)	pç	6.00	1.404.00	8.424.00	
10.2	PEÇAS EM AÇO					
10.2.1	Tubo c/ flanges, ABA de vedação, PN 10, DN 100 L= 865 mm	pç	1.00	382.33	382.33	
10.2.2	Tubo c/ flanges, ABA de vedação, PN 10, DN 100 L= 700 mm	pç	1.00	309.40	309.40	
10.3	TUBOS EM PVC					
10.3.1	Tubos de PVC JE, ponta e bolsa, c/ anel DN 100 L = 500mm	un	1.00	56.47	56.47	
10.4	PEÇAS EM FIBERGLASS					
10.4.1	Defletor c/ fixadores inóx (dois módulos de 650mm c/ R=840mm - Fiberglass)	cj	1.00	2.111.80	2.111.80	
10.5	TUBOS DE CONCRETO JE					
10.5.1	Tubo de concreto JE DN 1200	m	2.00	1.105.00	2.210.00	
10.5.2	Tubo de concreto JE DN 1500	m	2.00	1.560.00	3.120.00	**28.689.51**
11	**INSTALAÇÃO E MONTAGEM DE MATERIAIS**	vb	1.00	2.516.79	2.516.78	**2.516.78**
			TOTAL (R$)		**78.902.59**	**78.902.59**

Obs: Incluso BDI de 30 %

(fonte: trabalho não publicado)[34]

[34] Figura obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

Figura VII – Quantitativos da ETE: canteiro e implantação (1 de 1)

DEMONSTRATIVO DE CUSTO UNITÁRIO		CIDADE: LIBERATO SALZANO / RS OBRA: SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO ETE - CANTEIRO E IMPLANTAÇÃO				FOLHA 1/1
ITEM	MATERIAL/SERVIÇO	UN	QUANT	PREÇOS (R$)		
				UNITÁRIO	DO SUBITEM	TOTAL DO ITEM
1	CANTEIRO DE OBRAS					
1.1	Construção do Canteiro					
1.1.1	Ligação provisória de água e esgoto	un	1.00	300.72	300.72	
1.1.2	Ligação provisória de força e luz	un	1.00	969.10	969.10	
1.1.3	Ponto de água externo	un	5.00	151.76	758.80	
1.1.4	Ponto de luz externo	un	5.00	175.94	879.70	
1.1.5	Escritório módulo básico 15 m²	un	1.00	3.511.55	3.511.55	
1.1.6	Escritório módulo adicional 1 - 10 m²	un	1.00	945.06	945.06	
1.1.7	Almoxarifado módulo básico 10 m²	un	1.00	2.373.48	2.373.48	
1.1.8	Almoxarifado módulo adicional 10 m²	un	1.00	866.28	866.28	
1.1.9	Telheiro módulo básico 20 m²	un	1.00	1.216.90	1.216.90	
1.1.10	Telheiro módulo adicional 10 m²	un	1.00	476.71	476.71	
1.1.11	Alojamento módulo básico 10 m²	un	1.00	2.373.48	2.373.48	
1.1.12	Refeitório módulo básico 40 m³	un	1.00	6.122.22	6.122.22	
1.1.13	Sanitário módulo 15 m²	un	1.00	4.961.57	4.961.57	
1.1.14	Guarita módulo 5 m²	un	1.00	1.103.84	1.103.84	
1.1.15	Tapume de vedação padrão	m²	1.260.00	45.92	57.859.20	
1.1.16	Placas da obra	m²	10.00	136.50	1.365.00	**86.083.61**
2	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO					
2.1	Mobilização	vb	1.00	1.154.81	1.154.81	
2.2	Desmobilização	vb	1.00	494.92	494.92	**1.649.73**
3	SERVIÇOS PRELIMINARES					
3.1	Preparo do Terreno					
3.1.1	Limpeza mecanizada do terreno	m²	5.040.00	0.98	4.939.20	**4.939.20**
4	SERVIÇOS TÉCNICOS					
4.1	Locação					
4.1.1	Locação e nivelamento das obras e obras de condutos livres	vb	1.00	659.89	659.89	
4.2	Cadastro					
4.2.1	Cadastro e desenho das obras e obras de condutos livres	vb	1.00	329.95	329.94	
4.3	Serviços Técnicos Complementares					
4.3.1	Engenharia, geotecnia, pluvial, estrutural, elétrico e automação	un	1.00	4.949.19	4.949.19	**5.939.02**
5	URBANIZAÇÃO E OBRAS COMPLEMENTARES					
5.1	Portões, cercas, muros e alambrados					
5.1.1	Portão padrão CORSAN	un	1.00	865.62	865.61	
5.2	Cerca Padrão CORSAN					
5.2.1	Cerca de tela padrão, sem cordão de concreto	m	376.00	61.56	23.144.68	
5.3	Paisagismo (fornecimento, carga/descarga e transporte)					
5.3.1	Enleivamento	m²	1.680.00	11.32	19.022.64	
5.3.2	Árvores Cortina Vegetal	un	602.00	6.15	3.701.69	
5.4	Pavimentação (fornecimento, carga/descarga e transporte)					
5.4.1	Reforço de areia regular e=0,20m	m³	115.00	31.11	3.577.53	
5.4.2	Base de pedra corrida e=0,30m	m³	172.50	48.66	8.393.67	
5.4.3	Meio fio de concreto	m	230.00	19.03	4.377.36	
5.4.4	Pavimento de saibro compactado e= 20 cm	m²	575.00	11.05	6.353.75	
5.5	Drenagem Pluvial (Sistema Pluvial e extravasor)	vb	1.00	4.289.30	4.289.30	
5.6	Intalações Elétricas e Automação	vb	1.00	6.433.95	6.433.95	**80.160.18**
6	**MONTAGEM E INSTALAÇÃO DE MAT. E EQUIPAMENTOS**	vb	1.00	5.210.41	5.210.41	**5.210.41**
				TOTAL (R$)	**183.982.16**	**183.982.16**

Obs: Incluso BDI de 30 %

(fonte: trabalho não publicado)[35]

[35] Figura obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

Figura VIII – Quantitativos da ETE: caixa de areia (1 de 1)

DEMONSTRATIVO DE CUSTO UNITÁRIO		CIDADE: LIBERATO SALZANO / RS OBRA: SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO ETE - CAIXA DE AREIA				FOLHA 1/1
ITEM	MATERIAL/SERVIÇO	UN	QUANT	PREÇOS (R$)		
				UNITÁRIO	DO SUBITEM	TOTAL DO ITEM
1	**MOVIMENTO DE SOLO**					
1.1	Escavação					
1.1.1	Escavação mecânica localizada, argila 0-2 m	m³	46.67	7.15	333.71	
1.2	Reaterro					
1.2.1	Reenchimento manual apiloado	m³	7.00	7.67	53.69	
1.3	Carga, Transporte e Descarga para material p/ bota-fora					
1.3.1	Carga e descarga de solos p/ bota-fora	m³	39.67	2.93	116.04	
1.3.2	Transporte de solos p/ bota-fora - 7 km	m³	39.67	6.50	257.86	**761.30**
2	**ESGOTAMENTO**					
2.1	Esgotamento com bombas					
2.1.1	Esgotamento com bomba auto-escorvante 3,5 hp	h	100.00	3.85	385.00	**385.00**
3	**FUNDAÇÃO E ESTRUTURA**					
3.1	Lastros					
3.1.1	Lastro de brita nº. 02	m³	2.00	61.10	122.07	
3.1.2	Lastro de Concreto Min. 250Kg cim/m³, e=10m	m³	1.33	189.80	252.81	
3.1.3	Concreto usinado para enchimento Fck15 Mpa, 340 kg cim./ m3	m³	7.00	273.00	1.911.00	
3.2	Formas e cimbramentos					
3.2.1	Forma Plana para Laje/Parede com Escoramento	m²	99.00	45.50	4.504.35	
3.2.2	Armaduras					
3.2.3	Armadura CA-50	Kg	730.60	5.33	3.894.09	
3.2.4	Armadura CA-60	Kg	393.40	6.37	2.505.95	
3.3	Concreto					
3.3.1	Concreto usinado Fck= 25 Mpa, 390 kg cim./ m³	m³	11.24	286.00	3.214.64	**16.404.91**
4	**REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES**					
4.1	Impermeabilização					
4.1.1	Impermeabilização de massa para concreto	kg	16.86	3.51	59.17	
4.1.2	Impermeabilização com tinta betuminosa 3 demãos	m²	49.50	16.26	804.99	
4.1.3	Impermeabilização com hidroasfalto, 2 demãos	m²	49.50	5.43	268.97	**1.133.13**
5	**FORNECIMENTO, CARGA E DESCARGA DOS MATERIAIS**					
4.1	Fornecimento de Tubos, Conexões e Equipamentos					
4.1.2	Toco c/ Pontas,aço, ABA de vedação, PN 10, DN 200 L= 1.000 mm	pç	1.00	520.00	520.00	
4.1.3	Escada tipo marinheiro, L=300mm, H=1.550mm (Fibra Poltudrada)	cj	1.00	585.00	585.00	
4.1.4	Bandeja grelha p/ drenagem de sólidos, aço inox 330x330mm	cj	1.00	650.00	650.00	
4.1.5	Stop-Log 440 x 650 mm, fiberglass - c/ guia de alumínio	cj	2.00	753.69	1.507.37	
4.1.6	Calha Parshall, fiberglass, W=3"	cj	1.00	3.900.00	3.900.00	
4.1.7	Grade estática 160x590mm aço inox	cj	1.00	585.00	585.00	
4.1.8	Stop-Log 280 x 650 mm, fiberglass - c/ guia de alumínio	cj	1.00	479.62	479.62	**8.226.99**
6	**MONTAGEM E INSTALAÇÃO DE MAT. E EQUIPAMENTOS**	vb	1.00	2.344.62	2.344.61	**2.344.61**
				TOTAL (R$)	**29.255.94**	**29.255.94**

Obs: Incluso BDI de 30 %

(fonte: trabalho não publicado)[36]

[36] Figura obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

Figura IX – Quantitativos da ETE: UASB e queimador de gás (1 de 2)

DEMONSTRATIVO DE CUSTO UNITÁRIO		CIDADE: LIBERATO SALZANO / RS OBRA: SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO ETE - UASB E QUEIMADOR DE GÁS				FOLHA 1/2
ITEM	MATERIAL/SERVIÇO	UN	QUANT	PREÇOS (R$)		
				UNITÁRIO	DO SUBITEM	TOTAL DO ITEM
1	**MOVIMENTO DE SOLO**					
1.1	Escavação					
1.1.1	Escavação mecânica localizada, argila 0-5 m	m³	74.55	7.15	533.01	
1.2	Reaterro					
1.2.1	Reenchimento manual apiloado	m³	59.64	7.67	457.42	
1.3	Carga, Transporte e Descarga para material p/ bota-fora					
1.3.1	Carga e descarga de solos p/ bota-fora	m³	14.91	2.93	43.61	
1.3.2	Transporte de solos p/ bota-fora - 7 km	m³	14.91	6.50	96.91	**1.130.95**
2	**ESCORAMENTO**					
2.1	Escoramento em Madeira					
2.1.1	Escoramento de solo, contínuo, de madeira	m²	107.82	20.42	2.201.76	**2.201.76**
3	**ESGOTAMENTO**					
3.1	Esgotamento com bombas					
3.1.1	Esgotamento com bomba auto-escorvante 3,5 hp	h	20.00	3.85	77.00	**77.00**
4	**FUNDAÇÃO E ESTRUTURA**					
4.1	Lastros					
4.1.1	Lastro de brita nº. 02	m³	12.29	61.10	750.79	
4.1.2	Lastro de concreto usinado 250 kg cim/m³	m³	8.19	189.80	1.554.84	
4.2	Formas e cimbramentos					
4.2.1	Forma Plana para Laje/Parede com Escoramento	m²	539.12	46.80	25.230.81	
4.2.2	Forma para estruturas correntes com escoramento	m²	177.52	54.60	9.692.59	
4.3	Armaduras					
4.3.1	Armadura CA-50	Kg	6.148.07	5.33	32.769.22	
4.3.2	Armadura CA-60	Kg	2.634.89	6.37	16.784.23	
4.4	Concreto					
4.4.1	Concreto usinado Fck= 25 Mpa, 390 kg cim./ m³	m³	87.83	286.00	25.119.26	
4.5	Flare					
4.5.1	Laje Pré-Moldada Perfurafa - N F > 100 furos - ϕ=25 mm	m³	0.35	829.00	290.15	
4.5.2	Leito de Sustentação - ϕ MEDIO 3mm	m³	0.25	45.50	11.37	
4.5.3	Leito de Sustentação - ϕ MEDIO 7mm	m³	0.35	45.50	15.92	
4.5.4	Leito de Sustentação - ϕ ENTRE 6,7 E 12,7mm	m³	0.28	45.50	12.74	
4.5.5	Leito de Sustentação - ϕ ENTRE 12,7 E 25,4mm	m³	0.35	57.20	20.02	
4.5.6	Leito de Sustentação - ϕ ENTRE 25,4 E 50,8mm	m³	0.70	57.20	40.04	
4.5.7	Leito de Carvão Ativado - ϕ ENTRE 2,5 E 3,0mm	m³	1.93	123.50	238.35	**112.530.33**
5	**FECHAMENTO**					
5.1	Dispositivos de Proteção e Acesso					
5.1.1	Guarda Corpo metálico	m	49.00	107.90	5.287.10	**5.287.10**
6	**REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES**					
6.1	Impermeabilização					
6.1.1	Impermeabilização de massa para concreto	kg	131.74	3.51	462.42	
6.1.2	Impermeabilização com tinta betuminosa 3 demãos	m²	358.32	16.26	5.826.28	
6.1.3	Impermeabilização com hidroasfalto, 2 demãos	m²	358.32	5.43	1.945.67	**8.234.37**
7	**FORNECIMENTO, CARGA E DESCARGA DOS MATERIAIS**					
7.1	Fornecimento de Materiais Hidráulicos					
7.1.1	Tê com Bolsas, JGS F°F° DN 150	un	3.00	455.00	1.365.00	
7.1.2	Toco com c/Pontas F°F° DN 150 - L=1.420mm	un	1.00	393.03	393.03	
7.1.3	Válvula de gaveta com bolsas PN 10 F°F° DN150	un	4.00	1.492.48	5.969.92	
7.1.4	Tubo com C/Pontas F°F° DN 150 - L=4.500mm	un	1.00	1.245.52	1.245.52	
7.1.5	Tubo com c/Pontas, F°F° DN 150 - L=1.160mm	un	2.00	321.07	642.14	
7.1.6	Toco com c/Flange e Ponta F°F° DN 150 - L=4.700mm	un	2.00	1.300.88	2.601.76	
7.1.7	Tubos de PVC JE, esgoto, ocre, NBR 7362, c/ anel DN 75 L = 6.000mm	un	21.00	98.80	2.074.80	

(fonte: trabalho não publicado)[37]

[37] Figura obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

Figura X – Quantitativos da ETE: UASB e queimador de gás (2 de 2)

DEMONSTRATIVO DE CUSTO UNITÁRIO		CIDADE: LIBERATO SALZANO / RS OBRA: SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO ETE - UASB E QUEIMADOR DE GÁS				FOLHA 2/2
ITEM	MATERIAL/SERVIÇO	UN	QUANT	PREÇOS (R$)		
				UNITÁRIO	DO SUBITEM	TOTAL DO ITEM
7.1.8	Curva 45° ponta e bolsa JE PVC DN75	un	28.00	20.90	585.20	
7.1.9	Toco com c/Flange e Aba de vedação, PN10, AÇO DN 150 - L=500mm	un	3.00	138.39	415.17	
7.1.10	Curva 90° com Flanges F°F° DN 150	un	8.00	438.07	3.504.56	
7.1.11	Tubo com Flanges, PN10, F°F° DN 150 - L=2.450mm	un	4.00	678.12	2.712.48	
7.1.12	Tê com Flanges, PN10< F°F° DN 150	un	2.00	481.74	963.48	
7.1.13	Tubo com Flanges, PN10 F°F° DN 150 - L=1.500mm	un	2.00	415.17	830.34	
7.1.14	Curva 90° com Bolsas, JTI, F°F° DN 150	un	4.00	325.00	1.300.00	
7.1.15	Toco com c/Pontas F°F° DN 150 - L=500mm	un	2.00	138.39	276.78	
7.1.16	Tubo com Ponta e Bolsa, JGS, F°F° DN 150 - L=6.000mm	un	3.00	1.660.70	4.982.10	
7.1.17	Tubo com c/Pontas, F°F° DN 150 - L=2.950mm	un	2.00	816.51	1.633.02	
7.1.18	Luva c/Bolsas, JGS, F°F° DN150	un	2.00	195.00	390.00	
7.1.19	Tubo com c/Pontas e Aba de vedação, PN10, AÇO DN 150 - L=1.200mm	un	2.00	332.14	664.28	
7.1.20	Tubo com c/flange e Ponta e Aba de vedação, PN10, AÇO DN 150 - L=580mm	un	2.00	332.14	664.28	
7.1.21	Tubo com c/Pontas e Aba de vedação, PN10, AÇO DN 150 - L=900mm	un	1.00	332.14	332.14	
7.1.22	Tubo com c/Pontas, JGS, F°F° DN 150 - L=4.200mm	un	1.00	1.162.49	1.162.49	
7.1.23	Tubo com Flanges, PN10 F°F° DN 150 - L=5.000mm	un	2.00	1.383.92	2.767.84	
7.1.24	Toco com c/Flange e Ponta F°F° DN 50 - L=650mm	un	8.00	129.21	1.033.68	
7.1.25	Stop-log c/guias, 500x700mm	un	1.00	549.90	549.90	
7.1.26	Curva 90° com Flanges F°F° DN 50	un	8.00	273.00	2.184.00	
7.1.27	Válvula Flux c/rosca, DN 1.1/4"	un	1.00	549.90	549.90	
7.1.28	Curva 90° com Flanges F°F° DN 50	un	8.00	273.00	2.184.00	
7.1.29	Toco com c/Pontas PVC DN 50 - L=350mm	un	12.00	32.50	390.00	
7.1.30	Joelho 90°, PVC, Soldável - DN50	un	13.00	39.00	507.00	
7.1.31	Tê 90°, PVC, soldável, DN50	un	10.00	15.60	156.00	
7.1.32	Tubo de PVC, soldável, DN50 L=6.000mm	un	10.00	70.36	703.60	
7.1.33	Tubo de PVC, soldável, DN40 L=6.000mm	un	10.00	42.59	425.90	
7.1.34	Joelho 90°, PVC, Soldável, Bolsa e Rosca - DN40 x 1.1/4"	un	1.00	40.21	40.21	
7.1.35	Adaptador, PVC, Soldável, Bolsa e Rosca - DN40 x 1.1/4"	un	1.00	5.94	5.94	
7.1.36	Torneira Tipo Bóia - Latão Ref. 1.1/4"	un	1.00	76.45	76.45	
7.1.37	Tubo Ferro Galvanizado c/ Rosca Ref. 1"	un	1.00	111.62	111.62	
7.1.38	Tê Ferro Galvanizado c/ Rosca e Niple Ref. 1"	un	1.00	34.15	34.15	
7.1.39	Flare - Tubo Ferro Galvanizado Ref. 5"	un	1.00	95.73	95.73	
7.1.40	Calha partidora de vazão (fiberglass) e fixação dos distribuidores	vb	3.00	5.200.00	15.600.00	**60.366.38**
8	**MONTAGEM E INSTALAÇÃO DE MAT. E EQUIPAMENTOS**	vb	1.00	3.923.81	3.923.81	**3.923.81**
			TOTAL (R$)		**195.509.73**	**193.751.70**

Obs: Incluso BDI de 30 %

(fonte: trabalho não publicado)[38]

[38] Figura obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

Figura XI – Quantitativos da ETE: filtro biológico de alta taxa (1 de 2)

DEMONSTRATIVO DE CUSTO UNITÁRIO		CIDADE: LIBERATO SALZANO / RS OBRA: SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO ETE - FILTRO BIOLÓGICO DE ALTA TAXA				FOLHA 1/2
ITEM	MATERIAL/SERVIÇO	UN	QUANT	PREÇOS (R$)		
				UNITÁRIO	DO SUBITEM	TOTAL DO ITEM
1	MOVIMENTO DE SOLO					
1.1	Escavação					
1.1.1	Escavação mecânica localizada, argila 0-5 m	m³	80.53	7.15	575.77	
1.2	Reaterro					
1.2.1	Reenchimento manual apiloado	m³	64.42	7.67	494.11	
1.3	Carga, Transporte e Descarga para material p/ bota-fora					
1.3.1	Carga e descarga de solos p/ bota-fora	m³	16.11	2.93	47.10	
1.3.2	Transporte de solos p/ bota-fora - 7 km	m³	16.11	6.50	104.68	**1.221.66**
2	ESGOTAMENTO					
2.1	Esgotamento com bombas					
2.1.1	Esgotamento com bomba auto-escorvante 3,5 hp	h	20.00	3.85	77.00	**77.00**
3	LEITO FILTRANTE					
3.1	Material de Empréstimo (fornecimento, carga/descarga e transporte)					
3.1.1	Pedra Britada f 2 a 3 cm	m³	35.42	66.91	2.370.19	
3.1.2	Pedra Britada f 3 a 4 cm	m³	35.42	72.63	2.572.81	
3.1.3	Pedra Britada f 4 a 5 cm	m³	35.42	78.92	2.795.62	**7.738.62**
4	FUNDAÇÃO E ESTRUTURA					
4.1	Lastros					
4.1.1	Lastro de brita nº. 02	m³	6.04	61.10	369.01	
4.1.2	Lastro de concreto usinado 250 kg cim/m³	m³	4.03	189.80	764.20	
4.2	Formas e cimbramentos					
4.2.1	Forma Plana para Laje/Parede com Escoramento	m²	24.38	46.80	1.140.92	
4.2.2	Forma curva cilíndrica estruturas correntes com escoramento	m²	180.14	54.60	9.835.58	
4.3	Armaduras					
4.3.1	Armadura CA-50	Kg	2.792.20	5.33	14.882.40	
4.3.2	Armadura CA-60	Kg	930.73	6.37	5.928.76	
4.4	Concreto					
4.4.1	Concreto usinado Fck= 25 Mpa, 390 kg cim./ m³	m³	37.23	286.00	10.647.57	
4.5	Estruturas em Pré-Moldados					
4.5.1	Blocos de Concreto					
4.5.2	Bloco de concreto para drenagem de fundo (8 un/m2)	m²	47.00	260.00	12.220.00	
4.5.3	Bloco de concreto para cobertura (8 un/m2)	m²	47.00	208.00	9.776.00	
4.6	Alvenaria					
4.6.1	Alvenaria de tijolos maciços a chato - caixa saída	m²	6.80	75.26	511.76	**66.076.20**
5	REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES					
5.1	Impermeabilização					
5.1.1	Impermeabilização de massa para concreto	kg	20.48	3.51	71.87	
5.1.2	Impermeabilização com tinta betuminosa 3 demãos	m²	153.39	16.26	2.494.09	
5.1.3	Impermeabilização com hidroasfalto, 2 demãos	m²	51.13	5.43	277.63	**2.843.59**

(fonte: trabalho não publicado)[39]

[39] Figura obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

Figura XII – Quantitativos da ETE: filtro biológico de alta taxa (2 de 2)

DEMONSTRATIVO DE CUSTO UNITÁRIO		CIDADE: LIBERATO SALZANO / RS OBRA: SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO ETE - FILTRO BIOLÓGICO DE ALTA TAXA				FOLHA 2/2
ITEM	MATERIAL/SERVIÇO	UN	QUANT	PREÇOS (R$)		
				UNITÁRIO	DO SUBITEM	TOTAL DO ITEM
6	TUBOS CONEXÕES E EQUIPAMENTOS FORNECIMENTO, CARGA E DESCARGA					
6.4	Tubo Ponta e Bolsa PVC, JE, DN300, L=6.000mm	un	3.00	546.00	1.638.00	
6.1	Tela Malha #1mm SOLDADA, DN 15	un	48.00	14.99	719.52	
6.2	Grelha Redonda P/ Grade Sifonada, JE, DN150	un	48.00	59.14	2.838.72	
6.3	Porta Grelha Redondo e Anel de Fixação, DN150	un	48.00	7.54	361.92	
6.4	Tubo Ponta e Bolsa PVC, JE, DN150, L=6.000mm	un	4.00	156.00	624.00	
6.5	Luva PVC, JE, DN 150	un	24.00	19.50	468.00	
6.6	Tubo Rigido Corrugado e Perfuradom PVC, DN150, L =6.000mm	un	7.00	41.60	291.20	
6.7	CAP PVC, JE, DN150	un	24.00	46.80	1.123.20	
6.8	Distribuidor Rotativo, Velocidade = 2 RPM e ø 4.00m	cj	2.00	24.765.00	49.530.00	
6.9	Flange Cego F°F°, PN10, DN150	un	2.00	73.84	147.68	
6.10	TE Redução com Flanges F°F°, PN10, DN150x100	un	2.00	1.038.05	2.076.10	
6.11	Tubo com Ponta e Flange, F°F° PN10, Dn150, L=1.500mm	un	2.00	535.39	1.070.78	
6.12	Luva c/ Bolsa F°F, JGS, DN150	un	2.00	195.00	390.00	
6.13.	Tubo com Ponta e Flange F°F°, PN10, DN150, L=900mm	un	2.00	321.24	642.48	
6.14	Válvula de Gaveta com Flanges F°F°, PN10, DN150	un	2.00	1.492.48	2.984.96	**63.268.56**
7	MONTAGEM E INSTALAÇÃO DE MAT. E EQUIPAMENTOS	vb	1.00	5.875.80	5.875.80	**5.875.80**
				TOTAL (R$)	**148.739.43**	**147.101.43**

Obs: Incluso BDI de 30 %

(fonte: trabalho não publicado)[40]

[40] Figura obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

Figura XIII – Quantitativos da ETE: leitos de secagem (1 de 1)

DEMONSTRATIVO DE CUSTO UNITÁRIO		CIDADE: LIBERATO SALZANO / RS OBRA: SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO ETE - LEITOS DE SECAGEM				FOLHA 1/1
ITEM	MATERIAL/SERVIÇO	UN	QUANT	PREÇOS (R$)		
				UNITÁRIO	DO SUBITEM	TOTAL DO ITEM
1	**MOVIMENTO DE SOLO**					
1.1	Escavação					
1.1.1	Escavação mecânica localizada, argila 0-2 m	m³	110.00	7.15	786.50	
1.2	Reaterro					
1.2.1	Reenchimento manual apiloado	m³	88.00	7.67	674.96	
1.3	Carga, Transporte e Descarga para material p/ bota-fora					
1.3.1	Carga e descarga de solos p/ bota-fora	m³	22.00	2.93	64.35	
1.3.2	Transporte de solos p/ bota-fora - 7 km	m³	22.00	6.50	143.00	**1.668.81**
2	**ESGOTAMENTO**					
2.1	Esgotamento com bombas					
2.1.2	Esgotamento com bomba auto-escorvante 3,5 hp	h	66.00	3.85	253.96	**253.96**
3	**MATERIAL DE EMPRÉSTIMO (fornecimento, transp, carga e descarga)**					
3.1	Preenchimento areia	m³	20.00	27.30	546.00	
3.2	Preenchimento Brita nº1	m³	6.40	54.60	349.44	
3.3	Preenchimento Brita nº3	m³	40.00	75.40	3.016.00	
3.4	Preenchimento pedra de mão nº4	m³	20.00	87.10	1.742.00	
3.5	Tijolos maciços # 0,10x0,22m	un	9.091.00	0.42	3.818.22	**9.471.66**
4	**FUNDAÇÃO E ESTRUTURA**					
4.1	Lastros					
4.1.1	Lastro de brita n°2	m³	30.00	66.30	1.989.00	
4.1.2	Lastro de concreto usinado 250 kg cim/m³	m³	20.00	189.80	3.796.00	
4.1.3	Concreto usinado para enchimento Fck15 Mpa, 340 kg cim./ m3	m³	5.00	273.00	1.365.00	
4.2	Formas e cimbramentos					
4.2.1	Forma Plana para Laje/Parede com Escoramento	m²	492.00	46.80	23.025.60	
4.3	Armaduras					
4.3.1	Armadura CA-50	Kg	6.171.12	5.33	32.892.06	
4.4	Concreto					
4.4.1	Concreto usinado Fck= 25 Mpa, 390 kg cim./ m³	m³	77.14	286.00	22.061.75	
4.5	Alvenaria					
4.5.1	Alvenaria de tijolos maciços a chato - caixa saída percolado	m²	34.00	75.26	2.558.84	**87.688.25**
5	**REVEST. E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES**					
5.1	Impermeabilização					
5.1.1	Impermeabilização de massa para concreto	kg	56.18	3.51	197.17	
5.1.2	Impermeabilização com tinta betuminosa 3 demãos	m²	295.20	16.26	4.799.95	
5.1.3	Impermeabilização com hidroasfalto, 2 demãos	m²	196.80	5.43	1.068.62	**6.065.74**
6	**FORNECIMENTO DE TUBULAÇÕES, CONEXÕES. E EQUIPAMENTOS**					
6.1	STOP-LOG, #450x500 mm	un	4.00	536.90	2.147.60	
6.2	Tubos de PVC JE, esgoto, ocre, NBR 7362, c/ anel DN 150 L = 6.000mm	un	5.00	156.00	780.00	
6.3	CAP, JE DN 150	un	8.00	46.80	374.40	
6.4	Tubo PVC Corrugado para drenagem JE DN 150 L=6.000mm	m	48.00	41.60	1.996.80	
6.5	Válvula de gaveta com flanges PN 10 F°F° DN150	un	2.00	1.492.48	2.984.96	
6.6	Curva 90° c/flanges F°F, PN10, DN150	un	4.00	438.07	1.752.28	
6.7	Toco c/flange e ponta F°F°, PN10, DN150 L=750mm	un	2.00	206.70	413.40	
6.8	Curva 90° c/bolsas F°F°, JGS, DN150	un	2.00	325.00	650.00	
6.9	Tubo c/ponta e bolsa, JGS, F°F° DN150 L=6.000mm	un	2.00	1.653.60	3.307.20	
6.10	Tubo c/pontas, JGS, F°F° DN150, L=1.700mm	un	2.00	468.52	937.04	
6.11	Tê c/bolsas, JGS,F°F° DN150	un	1.00	455.00	455.00	**15.798.68**
7	**MONTAGEM E INSTALAÇÃO DE MAT. E EQUIPAMENTOS**	vb	1.00	7.736.58	7.736.58	**7.736.58**
			TOTAL (R$)		**126.760.91**	**126.760.91**

Obs: Incluso BDI de 30 %

(fonte: trabalho não publicado)[41]

[41] Figura obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

Figura XIV – Quantitativos da ETE: desinfeção UV (1 de 1)

DEMONSTRATIVO DE CUSTO UNITÁRIO		CIDADE: LIBERATO SALZANO / RS OBRA: SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO ETE - UNIDADE ULTRA-VIOLETA				FOLHA 1/1
ITEM	MATERIAL/SERVIÇO	UN	QUANT	PREÇOS (R$)		
				UNITÁRIO	DO SUBITEM	TOTAL DO ITEM
1	**MOVIMENTO DE SOLO**					
1.1	Escavação					
1.1.1	Escavação mecânica localizada, argila 0-2 m	m³	15.73	7.15	112.43	
1.2	Reaterro					
1.2.1	Reenchimento manual apiloado	m³	3.15	7.67	24.12	
1.3	Carga, Transporte e Descarga para material p/ bota-fora					
1.3.1	Carga e descarga de solos p/ bota-fora	m³	16.35	2.93	47.83	
1.3.2	Transporte de solos p/ bota-fora - 7 km	m³	16.35	6.50	106.30	**290.68**
2	**ESGOTAMENTO**					
2.1	Esgotamento com bombas					
2.1.1	Esgotamento com bomba auto-escorvante 3,5 hp	h	9.00	3.85	34.63	**34.63**
3	**FUNDAÇÃO E ESTRUTURA**					
3.1	Lastros					
3.1.1	Lastro de brita nº. 02	m³	2.00	61.10	122.20	
3.1.2	Lastro de concreto usinado 250 kg cim/m³	m³	1.50	189.80	284.70	
3.2	Formas e cimbramentos					
3.2.1	Forma Plana para Laje/Parede com Escoramento	m²	58.00	45.50	2.639.00	
3.3	Armaduras					
3.3.1	Armadura CA-60	Kg	175.00	6.37	1.114.75	
3.3.2	Armadura CA-50	Kg	525.00	5.33	2.798.25	
3.4	Concreto					
3.4.1	Concreto usinado Fck= 25 Mpa, 390 kg cim./ m³	m³	7.00	286.00	2.002.00	**8.960.90**
4	**REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES**					
4.1	Impermeabilização					
4.1.1	Impermeabilização de massa para concreto	kg	10.50	3.51	36.85	
4.1.2	Impermeabilização com tinta betuminosa 3 demãos	m²	29.00	16.26	471.62	
4.1.3	Impermeabilização com hidroasfalto, 2 demãos	m²	29.00	5.43	157.58	**666.05**
4	**OBRAS CIVIS**					
4.1	Alvenaria					
4.1.1	Tijolo maciço comum	m²	40.00	37.58	1.503.32	
4.2	Revestimento e tratamento de superfícies					
4.2.1	Revestim. de paredes com argamassa 1:4 (cim e areia) 15 mm	m²	80.00	11.90	951.60	
4.3	Aberturas					
4.3.1	Janelas de alumínio 1,20 x 1,20 m	un	3.00	854.88	2.564.64	
4.3.2	Porta de alumínio	un	1.00	1.193.40	1.193.40	
4.4	Vidros					
4.4.1	Vidros lisos transparentes 3 mm	m²	4.40	63.90	281.13	
4.5	Tubo de Deságue da Ete					
4.5.1	Tubo PVC, junta elástica DN350	m	82.00	105.26	8.631.40	**15.125.49**
5	**SISTEMA DE DESINFECÇÃO - ULTRA VIOLETA**					
5.1	Tubos Conexões e Equipamentos					
5.1.1	Sistema Ultra-Violeta - Vazão até 50 l/s c/ bomba autoescorvante	un	1.00	137.143.18	137.143.17	
5.1.2	Válvula de Pé c/crivo roscável, DN 2.1/2"	un	1.00	110.50	110.50	
5.1.3	Tubo Roscável, PVC , DN 2.1/2", L=3.000mm	un	8.00	84.50	676.00	
5.1.4	União Roscável, PVC DN 2.1/2"	un	3.00	28.60	85.80	
5.1.5	Nípel Roscável, PVC DN 2.1/2"	un	10.00	27.30	273.00	
5.1.6	Válvula de Gaveta, Roscável, PVC DN 2.1/2"	un	1.00	72.80	72.80	
5.1.7	Flange sextavado, Roscável, PVC DN 2.1/2"	un	1.00	33.80	33.80	
5.1.8	Tê, Roscável, PVC DN 2.1/2"	un	1.00	41.60	41.60	
5.1.9	Registro esfera, bronze DN 2.1/2"	un	1.00	62.40	62.40	
5.1.10	Luva de Redução c/Rosca, PVC DN 2.1/2"	un	2.00	19.50	39.00	
5.1.11	Nípel, Roscável, PVC DN 2"	un	2.00	20.80	41.60	
5.1.12	Válvula selenóide, DN 2"	un	1.00	195.00	195.00	
5.1.13	Tubo PVC, esgoto, ocre, NBR 7362, c/ anel DN 150	un	10.00	156.00	1.560.00	**140.334.67**
6	**MONTAGEM E INSTALAÇÃO DE MAT. E EQUIPAMENTOS**	vb	1.00	19.644.97	19.644.97	**19.644.97**
			TOTAL (R$)		**185.057.39**	**185.057.39**

Obs: Incluso BDI de 30 %

(fonte: trabalho não publicado)[42]

[42] Figura obtida no Projeto de Esgoto Sanitário: projeto executivo, do município de Liberato Salzano, entregue ao município em agosto de 2006, elaborado pela empresa Ecoplan Engenharia LTDA, contratado pela Secretaria das Obras Públicas e Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul.