

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO –
ESTUDO DE CASO: TREVISÓ/SC**

Beatriz Veras Costa

Orientadora: Maria Eliza Nagel Hassemer

2012.2

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO – ESTUDO
DE CASO: TREVISÓ/SC**

BEATRIZ VERAS COSTA

Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos requisitos para Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental – TCC II.
Orientadora: Maria Eliza N. Hassemer

FLORIANÓPOLIS, (SC)
FEVEREIRO/2013

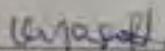
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO – ESTUDO
DE CASO: TREVIÇO/SC**

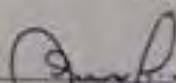
BEATRIZ VERAS COSTA

Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos requisitos para Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental – TCC II.

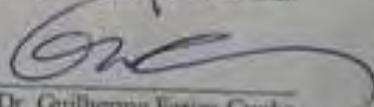
BANCA EXAMINADORA:



Dr. Maria Eliza N. Hassemer
(Orientadora)



Eric Gabriel A. Maccarini



Prof. Dr. Guilherme Farias Cunha

FLORIANÓPOLIS, (SC)
FEVEREIRO 2013

“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim”.

Chico Xavier

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, devo agradecer aos meus pais de uma forma geral, por me proporcionarem sempre as melhores condições para o meu estudo e progresso. Sempre me apoiando e me impulsionando para novas conquistas.

À minha irmã, que é a minha motivação para eu ir além.

Ao meu pai, por sempre me ajudar em novas oportunidades.

À minha mãe, por todo amor e carinho, mesmo nos momentos mais difíceis.

Ao Arthur, que tem sido a luz em minha vida.

À Adriana, minha prima, amiga e porto seguro.

À toda a minha família, primos, tios, avós, os quais me deram tantas alegrias ao longo dos meus 22 anos.

Ao Vitor, que me ajudou e apoiou de maneira indescritível na elaboração deste trabalho.

À equipe da Sanetal Engenharia, pelo auxílio e suporte na utilização de *softwares* e obtenção de dados, e por todos os ensinamentos práticos dos últimos meses.

À minha orientadora querida, Maria Eliza, por seu apoio, sabedoria e paciência.

Aos professores do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC, por todos os ensinamentos durante a minha vida acadêmica.

Aos meus colegas de turma, pelo companheirismo durante os últimos 5 anos.

À Deus, pela minha vida, minha saúde e minha família.

RESUMO

O déficit de estruturas e atividades na área de saneamento básico que o Brasil vive atualmente, aliado à carência de investimento no setor, interfere diretamente na qualidade de vida da população e na preservação do meio ambiente. Isto se deve ao fato de que a ausência de coleta, transporte e tratamento de esgotos acaba disseminando várias doenças, além de comprometer a qualidade dos corpos hídricos. Dessa forma, este trabalho apresentou o estudo de concepção para a implantação da rede coletora de esgoto, no município de Treviso, localizado ao sul do estado de Santa Catarina. Tendo em vista que a área de estudo não possui sistema coletivo de esgotamento sanitário, sendo os esgotos destinados à tratamento individuais, rudimentares, ou até mesmo sendo lançados em corpos receptores sem tratamento algum, tem-se a importância deste estudo para contribuir com a melhoria da qualidade de vida da comunidade. Para tanto, tornou-se necessário a análise de uma concepção adequada para implantação de um sistema de esgotamento, aprimorando a saúde ambiental vivida no município. Deste modo, realizou-se um diagnóstico da situação atual, bem como, a identificação da área de delimitação do estudo. Também, foi necessário realizar um levantamento de dados “*in loco*” para a concepção do projeto, além de dimensionar a rede coletora. Este estudo envolveu um levantamento bibliográfico baseado em pesquisa em livros, artigos e trabalhos publicados relacionados à área. Foi utilizado, como instrumento para o levantamento e dimensionamento dos dados, bem como da rede coletora, o software SANCAD, o qual é utilizado em conjunto com o software gráfico AutoCAD e baseado na norma brasileira NBR 9.649/86. As cotas topográficas para dimensionamento da rede foram levantadas através de pontos de GPS recolhidos no local e, para a projeção populacional, utilizou-se o software EXCEL. Através da análise dos dados conclui-se que o presente estudo serve como um relevante apoio para proceder com o projeto de execução da implantação do sistema de esgotamento sanitário do município.

Palavras-chave: Sistema de Esgotamento Sanitário, Rede Coletora, Concepção e Dimensionamento.

ABSTRACT

The deficit of structures and activities in the area of sanitation that Brazil is currently living, coupled with a lack of investment in the sector, directly affects the quality of life and the saving of the environment. This is due to the fact that the absence of collection, transportation and treatment of sewage ends up spreading various diseases, besides compromising the quality of water bodies. Thus, this paper presented the study design for the implementation of sewage disposal system in the city of Treviso, located in the southern state of Santa Catarina. Given that the study area does not have any sewage system and all of the sewage generated in the city is launched in the rivers without any treatment, there is the importance of this study to contribute to improving the quality of life of the community. Therefore, it became necessary to analyze a design suitable for deployment of a sewage system, improving environmental health in the city lived. Thus, there was a diagnosis of the current situation, as well as identifying the boundaries of the study area. Also, it was necessary to survey data "in place" for the project design, in addition to pre-size the collection network. This study involved a literature-based research in books, articles and published papers related to the field. It was used as a tool to survey and design data as well as the collection network, SANCAD software, which is used in conjunction with graphics software and AutoCAD-based Brazilian standard NBR 9.649/86. Topographic quotas for network dimensioning were raised through GPS points collected, and for the population projection, were used the EXCEL software. Through analysis of the data it is concluded that this study serves as an important support to proceed with the project implementing the deployment of sewage system of the city

Keywords: Sewage System, Sewage Collection, Design and Dimensioning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mesorregiões de Santa Catarina	16
Figura 2 - Localização do município de Treviso	16
Figura 3 - Regiões Hidrográficas de Santa Catarina	17
Figura 4 - Rede Hidrográfica do Município de Treviso	19
Figura 5 - Ponte sobre Rio Ferreira, montante ao norte	21
Figura 6 - Vista geral da área urbana do município de Treviso.....	23
Figura 7 - Situação de uma boca de lobo no centro do município de Treviso.....	28
Figura 8 - Delimitação da Área Urbana	46
Figura 9 - Delimitação das Sub-bacias.....	61
Figura 10 - Fluxograma do SES de Treviso	62
Figura 11 - Traçado Rede Coletora - SB-01.....	63
Figura 12 - Traçado Rede Coletora - SB-02.....	64
Figura 13 - Traçado Rede Coletora - SB-03.....	65
Figura 14 - Traçado Rede Coletora - SB-04.....	65
Figura 15 - Localização EE-1.....	70
Figura 16 - Localização EE-2.....	71
Figura 17 - Localização EE-3.....	72
Figura 18 - Localização EE-4.....	73
Figura 19 - Localização Geral das Estações Elevatórias e Linhas de Recalque.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Situação do Esgotamento Sanitário no Brasil	6
Tabela 2 - Situação do Esgotamento Sanitário na Região Sul	7
Tabela 3 - Tipos de Destinação do Esgoto Sanitário em Treviso.....	8
Tabela 4 - Dados da Estação Fluviométrica Utilizada	20
Tabela 5 - Precipitação Mensal Total.....	22
Tabela 6 - População Total de Treviso.....	24
Tabela 7 - Taxas de Crescimento do Município	24
Tabela 8 - Estabelecimentos de Saúde em Treviso no Ano de 2009.....	25
Tabela 9 - Tipos de Resíduos e Órgãos Responsáveis pelo Gerenciamento	27
Tabela 10 - Dados do Sistema de Abastecimento de Água.....	29
Tabela 11 - Formas de Abastecimento de Água	30
Tabela 12 - Consumo <i>Per Capita</i> Conforme Porte da Comunidade	42
Tabela 13 - População Estimada Total e por Sub-bacia de Esgotamento	48
Tabela 14 - Recobrimentos Mínimos	52
Tabela 15 - Resumo do Sistema.....	66
Tabela 16 - Sub-bacias de Esgotamento da Rede Coletora de Treviso .	66
Tabela 17 - Vazões de Infiltração das Sub-bacias de Esgotamento	67
Tabela 18 - Vazões Totais das Sub-bacias de Treviso	67
Tabela 19 - Vazões Acumuladas	69
Tabela 20 - Extensão dos Emissários	75
Tabela 21 - Informações de Chegada e Saída dos Emissários	75
Tabela 22 - Informações Profundidades Máximas da Rede Coletora e Estações Elevatórias.....	76

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	OBJETIVOS	3
2.1.	OBJETIVO GERAL.....	3
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1.	SITUAÇÃO DO ESGOTO SANITÁRIO NO BRASIL	4
3.2.	SITUAÇÃO DO ESGOTO SANITÁRIO EM SANTA CATARINA	7
3.3.	SITUAÇÃO DO ESGOTO SANITÁRIO EM TREVISO	7
3.4.	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO – DEFINIÇÕES... 9	
3.4.1.	O Esgoto Sanitário.....	9
3.4.2.	Principais Componentes do Sistema de Esgoto	9
3.4.3.	Tipos de Sistemas de Esgoto	13
3.4.4.	Finalidades do Sistema	15
3.5.	CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE TREVISO	15
3.5.1.	Localização.....	15
3.5.2.	Hidrografia	17
3.5.3.	Informações Fluviométricas	20
3.5.4.	Chuvas.....	21
3.5.5.	Relevo do Solo	22
3.5.6.	Dados Demográficos	23
3.5.7.	Sistema de Saúde.....	24
3.5.8.	Condições Sanitárias	25
3.5.9.	Destinação dos Resíduos Sólidos	26
3.5.10.	Sistema Existente de Drenagem Pluvial	28
3.5.11.	Sistema Existente de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário	29
3.5.12.	Zoneamento Urbano	30
3.6.	ESTUDO DE CONCEPÇÃO.....	31
3.6.1.	Critérios de Projeto.....	32
4.	METODOLOGIA.....	46
4.1.	DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO.....	46
4.2.	VISITA EM CAMPO.....	47
4.3.	ESTUDO POPULACIONAL.....	47

4.4.	TOPOGRAFIA	49
4.4.1.	Delimitação das Sub-bacias.....	49
4.5.	CRITÉRIOS DE PROJETO PARA A CONCEPÇÃO DA REDE.....	49
4.5.1.	Alcance do Projeto	49
4.5.2.	Área de Abrangência.....	50
4.5.3.	Vazão Mínima para o Dimensionamento Hidráulico	50
4.5.4.	Diâmetro Mínimo.....	50
4.5.5.	Declividades	50
4.5.6.	Altura da Lâmina D'água	50
4.5.7.	Distância Máxima entre PV's.....	50
4.5.8.	Coefficientes de Variação de Vazão.....	51
4.5.9.	Coefficiente de Retorno.....	51
4.5.10.	Consumo e Contribuição <i>per capita</i>	51
4.5.11.	Taxa de Infiltração	51
4.5.12.	Recobrimentos Mínimos	51
4.6.	METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO – REDE COLETORA.....	52
4.6.1.	Etapas de Implantação.....	53
4.6.2.	SANCAD	53
4.7.	CRITÉRIOS DE PROJETO PARA A CONCEPÇÃO DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E LINHAS DE RECALQUE	54
4.7.1.	Velocidade Máxima de Recalque.....	54
4.7.2.	Perdas de Carga.....	54
4.7.3.	Tempo de Detenção Máximo	55
4.7.4.	Intervalo Mínimo de Ligações do Conjunto Motobomba.....	55
4.7.5.	Cálculo do diâmetro da tubulação de recalque	55
4.7.6.	Cálculo do volume útil do poço de sucção	56
4.7.7.	Cálculo do volume efetivo (V_{ef}) do poço de sucção.....	57
4.7.8.	Ciclo de funcionamento (T)	57
4.7.9.	Cálculo do tempo de detenção hidráulico médio ($TDH_{médio}$).....	57
4.7.10.	Cálculo da altura manométrica (H_m)	58
4.7.11.	Cálculo do desnível geométrico (H_g).....	58
4.7.12.	Cálculo das perdas de carga (hf)	59
4.7.13.	Altura manométrica (H_m)	59
4.8.	METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO – ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E EMISSÁRIOS DE RECALQUE	60

5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	61
5.1.	CONFORMAÇÃO DAS SUB-BACIAS DE ESGOTAMENTO...	61
5.2.	VAZÕES DE PROJETO	66
5.3.	ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E LINHAS DE RECALQUE	70
6.	CONCLUSÕES.....	77
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78

1. INTRODUÇÃO

O saneamento básico consiste no conjunto de medidas e atividades que visam à melhoria da qualidade de vida e à diminuição na incidência de doenças. As atividades compreendidas pelo saneamento básico são: tratamento e distribuição de água; coleta e tratamento de esgotos; controle de águas pluviais; coleta e destinação final de resíduos sólidos; e controle de vetores transmissores de doenças. Devido ao grande impacto provocado pela possível negligência de um desses fatores à saúde da população, estas atividades são de responsabilidade do Estado.

A situação do sistema sanitário em que o Brasil se encontra é de grande precariedade, à semelhança de outros países em desenvolvimento. Esta situação, caracterizada pelo descaso às atividades do saneamento básico, resulta em diversos problemas sociais, econômicos e ambientais. Enchentes, lixões a céu aberto, contaminação dos mananciais, água sem tratamento e doenças apresentam uma estreita relação. A inexistência de condições de saneamento adequadas, muitas vezes aliada à falta de práticas de educação sanitária e ambiental no País, tem resultado na alta incidência de várias doenças, principalmente de veiculação hídrica, as quais prejudicam o rendimento do trabalho, diminuem a qualidade de vida da população e aumentam consideravelmente a mortalidade infantil, podendo dificultar, ou até mesmo impedir, o progresso social. Doenças como diarreias, dengue, febre tifoide e malária, que resultam em milhares de mortes anuais, especialmente de crianças, são transmitidas por água contaminada com esgotos humanos, dejetos animais e resíduos sólidos dispostos de maneira inadequada.

De acordo com dados das Nações Unidas no ano de 2009, 2,5 bilhões de pessoas não possuem acesso a saneamento adequado, situação esta que é responsável por cerca de 1,8 milhões de mortes por ano. Segundo Belli Filho *et al* (2002), os dados da ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – mostram que 80% das doenças que afetam a população brasileira e 65% das internações são resultados da situação precária do saneamento básico. Os problemas ambientais na maioria das cidades brasileiras se apresentam cada vez mais complexos devido à carência do saneamento.

Dentre as atividades de saneamento apresentadas, apenas o tratamento e distribuição de águas encontram-se em um nível satisfatório no Brasil, atendendo 81,1% da população total do País e

92,5% da população urbana, segundo dados do SNIS no ano de 2010. Contudo, as demais atividades necessitam de muita atenção, planejamento e investimentos.

Tendo em vista esta situação, fica evidenciada a importância de novos estudos na área do saneamento básico, principalmente na área de esgotamento sanitário, os quais permitirão investimentos sustentáveis e de ação duradoura para promover a melhoria da qualidade de vida da população e à preservação do meio ambiente.

Logo, este presente trabalho tem como finalidade propor uma concepção viável técnica e economicamente do sistema de esgotamento sanitário de uma cidade do estado de Santa Catarina, mais precisamente o município de Treviso, que não conta com um sistema de esgotamento sanitário. Este estudo foi realizado durante o período de estágio obrigatório na empresa Sanetal Engenharia, contemplando o dimensionamento da rede coletora de esgoto sanitário do município e contribuindo para possibilitar a real implantação desse sistema.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é elaborar um estudo de concepção do sistema de esgotamento sanitário da área urbana do Município de Treviso - Santa Catarina, que norteie seu projeto básico.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar a situação atual do município;
- Analisar a topografia do município e definir as bacias de esgotamento;
- Dimensionar a rede coletora de esgotamento sanitário do município;
- Localizar as estações elevatórias.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. SITUAÇÃO DO ESGOTO SANITÁRIO NO BRASIL

Os primeiros sistemas de esgotamento executados pelo homem tinham como objetivo protegê-lo das vazões pluviais devido, principalmente, à inexistência de redes regulares de distribuição de água potável encanada e de peças sanitárias com descargas hídricas, fazendo com que não houvesse, à primeira vista, vazões de esgotos tipicamente domésticos (UEAC, 2012).

No histórico de como a humanidade vem tratando a questão do saneamento pode-se destacar que, desde as civilizações antigas, observam-se ações em prol da garantia da salubridade através de sistemas de abastecimento de água e de disposição de efluentes. Os povos greco-romanos conseguiram estabelecer uma associação entre a ausência de saneamento e a presença de algumas doenças. Os romanos foram pioneiros na organização político-institucional das ações de saneamento (REZENDE e HELLER, 2002). Como exemplo de um dos primeiros sistemas mais complexos de esgotamento sanitário, temos a Cloaca Máxima, construída pelos romanos no século VI a.C., e que perdurou até a queda do Império Romano.

Muitos dos avanços tecnológicos apresentados na área até então foram perdidos devido às perseguições da Idade Média, momento na história da humanidade onde a ciência foi substituída pela crença. Neste período, a ausência de cuidados básicos com a saúde e a higiene resultou em grandes epidemias, que levou a óbito aproximadamente um terço da população europeia. Com a chegada da Revolução Industrial, a situação se agravou, devido às condições sanitárias ainda mais precárias.

Com o intuito de preservar a produtividade, fator indispensável ao sistema capitalista em ascensão na época, foram estabelecidas políticas públicas de saneamento em diversos países europeus e nos EUA, ação a qual foi responsável pela melhoria da qualidade de vida da população (UEAC, 2012).

Como um breve histórico da situação do esgotamento sanitário do Brasil, pode-se citar o período colonial, por volta do século XVI, que foi marcado pela formação da sociedade brasileira, por meio da miscigenação das etnias indígenas, branca e negra, sendo que cada povo tinha seus hábitos e costumes sanitários. Nesta época, o esgotamento sanitário consistia apenas dos serviços de escravos, denominados “tigres”, que eram encarregados de eliminar os dejetos gerados e

armazenados em potes das residências. Segundo Marques (1995), as intervenções sanitárias realizadas nessa época não faziam parte de ações políticas eficientes e duradouras, gerando resultados positivos apenas em determinadas áreas isoladamente. Tal fato pode ser justificado pela ausência de organizações e instituições do Estado no que se referia às questões de infraestrutura e planejamento urbano.

A partir de meados do século XIX, foram realizadas as primeiras intervenções em prol do saneamento das cidades brasileiras, visando solucionar os diversos problemas de epidemias enfrentados na época. No ano de 1853, o imperador D. Pedro II, com o apoio de médicos e higienistas, iniciou os processos para a construção de um sistema de esgotamento sanitário na capital do país, que na época era a cidade do Rio de Janeiro. No ano de 1863, a cidade tornou-se uma das primeiras do mundo a receber rede de esgoto (REZENDE e HELLER, 2002).

No início dos anos 70, foi implantado o Sistema Nacional de Saneamento, integrado pelo Plano Nacional de Saneamento (Planasa), pelo Banco Nacional da Habitação (BNH) e pelo Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS), principal fonte de recursos do Planasa. A implementação do Planasa viabilizou-se com os recursos do FGTS, e foi a primeira iniciativa do governo federal no setor de saneamento básico (ARRETCHE, 2004).

Juntamente com o Planasa, foram criadas as Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESBs). Partindo do pressuposto que as CESBs estariam mais aptas a atingir a universalização dos serviços de água e esgoto do que os municípios, a administração pública federal induziu grande parte dos municípios brasileiros a conceder às CESBs a prestação dos serviços de saneamento como condição necessária para garantir acesso aos recursos do Sistema Financeiro do Saneamento (SFS), de modo que aqueles municípios que não aderissem ao Plano dificilmente obteriam recursos para investimento. Desse modo, aderir ao Plano significava abandonar a autonomia municipal sobre os serviços de saneamento (ABES, 2008).

Atualmente, apesar das iniciativas, ainda existem diversas regiões e grandes cidades brasileiras que geram gigantescos volumes de esgoto que são lançados em corpos hídricos sem oferecer nenhum tipo de tratamento ao despejo (VON SPERLING, 2005). Esta situação implica em sérios problemas de saúde pública, bem como na depreciação dos recursos naturais, prejudicando a qualidade de vida nessas regiões do país (ABES, 2008).

Para mudar esse cenário, em 2007, entrou em vigor a Lei Nacional do Saneamento Básico (Lei nº 11.445), representando uma importante ação do governo tendo em vista a organização do setor de saneamento do país, prevendo o Plano Nacional de Saneamento Básico – PLAN SAB. Destaca-se que a universalização do saneamento básico foi assumida como um compromisso de toda a sociedade brasileira na vigência da Lei 11.445/2007. No mesmo ano, com a criação do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), o governo brasileiro buscou priorizar os investimentos em infraestrutura, incluindo a área de saneamento.

Apesar das iniciativas apresentadas, a situação do país em relação ao esgotamento sanitário está longe de se tornar ideal, como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1 - Situação do Esgotamento Sanitário no Brasil

Quantidade de municípios atendidos	Índice de atendimento com rede de esgotos		Índice de tratamento de esgotos	
	População total	População urbana	Esgoto coletado	Esgoto gerado
1.948	46,2%	53,5%	68,2%	37,8%

Fonte: Adaptado SNIS (2010)

Segundo o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto do Ministério das Cidades (SNIS, 2010), apenas 46,2% dos domicílios no Brasil estão ligados à rede coletora de esgoto. Quando nos referimos às áreas urbanas, este percentual sobe para 53,5%, porém mantém-se caracterizada a delicada situação no país. De acordo com a mesma fonte, a coleta de esgoto não é sinônimo de tratamento e disposição final adequados do mesmo, ou seja, apenas 68,2% das águas residuárias coletadas são encaminhadas para um processo de tratamento.

Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS, 2008) estimam que cada US\$ 1,00 investido em saneamento básico gera um retorno de US\$ 9,00 para a economia de um país. Logo, é de extrema importância que os investimentos previstos para o setor de saneamento sejam cada vez maiores, contribuindo para reverter este cenário de precariedade que o saneamento básico, refletindo diretamente na saúde pública, apresenta atualmente no Brasil.

3.2. SITUAÇÃO DO ESGOTO SANITÁRIO EM SANTA CATARINA

Santa Catarina vive atualmente uma situação paradoxal. Ao mesmo tempo em que o estado se revela como um dos estados com melhor qualidade de vida do Brasil, também apresenta índices de esgotamento sanitário semelhantes aos dos países mais carentes do planeta.

De acordo com o SNIS (2010), Santa Catarina é apenas o 19º estado, entre os 26 estados e 1 unidade federativa do Brasil, no quesito atendimento da população com rede coletora de esgoto. Os índices de atendimento com rede coletora e de tratamento de esgotos tanto do estado de Santa Catarina, como dos outros estados da região Sul, estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Situação do Esgotamento Sanitário na Região Sul

Estados	Quantidade de municípios atendidos	Índice de atendimento com rede de esgotos		Índice de tratamento de esgotos	
		População total	População urbana	Esgoto coletado	Esgoto gerado
Santa Catarina	47	15,5%	18,3%	98,7%	19,5%
Rio Grande do Sul	89	25,4%	29,2%	40,7%	14,1%
Paraná	184	52,8%	61,5%	98,2%	59,8%
Região SUL	320	34,3%	39,9%	78,6%	33,4%

Fonte: Adaptado SNIS (2010)

Como podemos observar na Tabela 2, dos 293 municípios do estado, apenas 47 são atendidos, o que representa 16,04% dos municípios. Segundo a mesma fonte, somente 15,5% da população de Santa Catarina é atendida com rede coletora de esgoto, estando bem abaixo da média nacional, que é de 46,2%. Um aspecto positivo se deve ao fato de que quase a totalidade, 98,7%, do esgoto coletado recebe tratamento antes de ser lançado nos corpos hídricos.

3.3. SITUAÇÃO DO ESGOTO SANITÁRIO EM TREVISO

No município de Treviso, a gestão dos serviços de água e esgoto é realizada pela autarquia municipal SAMAE (Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto). No que se refere ao sistema de coleta e

tratamento de esgotamento sanitário, o município não apresenta um sistema coletivo, sendo o tratamento dos efluentes restrito apenas a tratamentos individuais, muitas vezes precários, ou até mesmo sem nenhum tipo de tratamento, segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico para o Município de Treviso. A Tabela 3 relaciona os tipos de destinação dos efluentes de Treviso.

Tabela 3 - Tipos de Destinação do Esgoto Sanitário em Treviso

Indicadores de Saneamento Básico – 2000	Treviso	
	Domicílios	% relativa
Ligados à rede pluvial	63	7,6
Tanque séptico	278	33,4
Tanque rudimentar	283	34,0
Vala	99	11,9
Rio ou lago	87	10,5
Outro escoadouro	12	1,4
Sem banheiro ou sanitário	10	1,2
Total de domicílios	832	100,0

Fonte: Adaptado de IBGE, Censo Demográfico (2000)

Como se pode observar na Tabela 3, a maioria das residências trata seu esgoto de maneira individual, por meio de tanques sépticos ou rudimentares, totalizando 67,4% dos domicílios. Pode-se verificar que o restante dos domicílios despeja diretamente, por meio da rede pluvial, suas águas residuárias no solo ou nos corpos hídricos, sem nenhum tipo de tratamento.

Dessa forma, fica evidenciada a carência que o município apresenta em relação ao atendimento do saneamento básico e a necessidade de implantar um eficiente sistema de esgotamento sanitário.

Como fator positivo para auxiliar na mudança deste cenário, o município possui um Plano Diretor Participativo e um Plano Municipal de Saneamento Básico, onde os mesmos evidenciam suas diretrizes relativas ao sistema de coleta, afastamento, tratamento e disposição final dos esgotos, tendo como objetivo alcançar a plenitude do sistema de coleta e desenvolver o completo sistema de tratamento de esgoto no município, para a área urbana até o ano de 2030.

3.4. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO – DEFINIÇÕES

3.4.1. O Esgoto Sanitário

Segundo a norma brasileira ABNT 9.648/86, esgoto sanitário é o “despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária”.

Para Von Sperling (1996), a composição dos esgotos domésticos é de aproximadamente 99,9% de água e 0,1% de sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, e micro-organismos, patogênicos ou não. Esta pequena fração de 0,1% é que faz com que haja a necessidade de tratar todo o efluente.

Segundo o Manual de Saneamento da Fundação Nacional de Saúde (Funasa, 2006), os tipos de esgoto são definidos da seguinte maneira:

- **Esgotos domésticos:** Incluem as águas contendo matéria fecal e as águas servidas, resultantes de banho, lavagem de utensílios e roupas;
- **Esgotos industriais:** Compreendem os resíduos orgânicos, de indústria de alimentos, matadouros e outros; as águas residuárias agressivas, procedentes de indústrias de metais; as águas residuárias procedentes de indústrias de cerâmica, água de refrigeração e outros;
- **Águas pluviais:** São as águas procedentes das chuvas;
- **Água de infiltração:** São as águas do subsolo que se introduzem na rede.

Segundo a NBR 9.648 (ABNT, 1986) a contribuição pluvial parasitária é "a parcela do deflúvio superficial inevitavelmente absorvida pela rede de esgoto sanitário". As águas pluviais parasitárias encontram caminho para o sistema coletor de esgoto por meio de (ARAÚJO, 2003):

- ligações de canalizações pluviais prediais à rede de esgoto;
- interligações de galerias de águas pluviais à rede de esgoto;
- tampões de poços de visita e outras aberturas;
- ligações abandonadas.

3.4.2. Principais Componentes do Sistema de Esgoto

O sistema de esgotamento sanitário é composto por diversas partes. De acordo com Tsutiya (2000) e Nuvolari (2011), a concepção

das diversas partes do sistema pode ser relacionada e entendida da seguinte forma:

3.4.2.1. Rede coletora

A rede coletora de esgoto pode ser entendida como o conjunto de canalizações destinadas a receber e conduzir os esgotos dos setores comerciais, públicos e edifícios.

Tsutiya e Sobrinho (2011) dividem e conceituam as diversas partes da rede coletora de esgotamento sanitário conforme segue abaixo:

- *Ligação Predial*: trecho do coletor predial compreendido entre o limite do terreno e o coletor de esgoto.
- *Coletor de Esgoto ou Coletor Secundário*: tubulação da rede coletora que recebe contribuição de esgoto dos coletores prediais em qualquer ponto ao longo de seu comprimento.
- *Coletor Principal*: coletor de maior extensão dentro da mesma bacia, que recebe contribuição dos coletores secundários e encaminham os dejetos para um emissário ou interceptor.
- *Coletor Tronco*: tubulação da rede coletora que recebe apenas contribuição de esgoto de outros coletores.
- *Órgãos Acessórios*: Nas redes de esgotos sanitários poderão ocorrer entupimentos ou obstruções nas tubulações, devido ao esgoto conter uma pequena parcela de sólidos (orgânicos e inorgânicos) e as tubulações apresentarem muitas vezes pequena declividade. Logo, é preciso que as canalizações tenham dispositivos para evitar ou mesmo minimizar os entupimentos nos pontos singulares das tubulações (início de coletores, mudanças de direção, declividade, diâmetro, material, junção de tubulação). Estes dispositivos que também possibilitam o acesso de pessoas ou equipamentos nestes pontos são os órgãos acessórios que são de fundamental importância nas redes coletoras de esgotos. Estes dispositivos são fixos e desprovidos de equipamentos mecânicos. Podem ser:

a) *Poço de Visita (PV)*: dispositivo fixo, provido de câmara visitável através de abertura existente em sua parte superior, destinada à execução de trabalhos de manutenção.

b) *Tubo de Limpeza (TIL)*: Dispositivo não visitável, fabricado em PVC ou outro material plástico, utilizado para inspeção e introdução de equipamentos de desobstrução e limpeza dos coletores.

c) *Terminal de Limpeza (TL)*: Permite a introdução de equipamentos de desobstrução e limpeza dos coletores, podendo ser localizado no início de qualquer coletor.

d) *Caixa de Passagem (CP)*: Câmara sem acesso localizado em pontos singulares por necessidade construtiva e que permite a passagem de equipamento de limpeza do trecho a jusante.

- ***Interceptor***: Canalização que recebe contribuição de coletores ao longo de seu comprimento, não recebem ligações prediais. Os interceptores têm a função de receber e transportar o esgoto coletado. É caracterizado pela defasagem das contribuições, o que resulta no amortecimento das vazões. Sua localização se dá em partes baixas das bacias, em geral ao longo das margens d'água a fim de reunir e conduzir os efluentes para um ponto de concentração.
- ***Emissário***: Canalização destinada a conduzir os esgotos a um destino conveniente (estação de tratamento e/ou lançamento) sem receber contribuições no percurso, apenas na sua extremidade montante. Pode ser a tubulação de descarga de uma estação elevatória (emissário de recalque) ou a simples interligação de dois pontos de concentração de efluentes dos coletores de esgoto ou interceptores (emissário de gravidade). Pode ser, ainda, a tubulação de descarga do efluente de uma estação de tratamento.
- ***Sifões invertidos e Passagens Forçadas***: Destinam-se a transposição de obstáculos pela tubulação de esgoto, funcionando sob pressão.

Em alguns casos, pode-se optar pela conformação da rede coletora com dois coletores em paralelo (Rede Dupla), ou apenas um coletor (Rede Simples).

- Rede Dupla (Dois Coletores)

Segundo Tsutiya e Sobrinho (2000), a rede dupla é utilizada na ocorrência de pelo menos um dos seguintes casos:

- a) Vias com tráfego intenso;
- b) Vias com larguras entre os alinhamentos dos lotes igual ou superior a 14 m para ruas asfaltadas e 18 m para ruas de terra;
- c) Vias com interferências que impossibilite o assentamento do coletor no leito carroçável, ou que constituam empecilho à execução das ligações prediais.
- d) A partir do ponto em que os coletores se tornam muito grandes e devem ser construídos em tubos de concreto (diâmetros superiores a 400 mm) (TSUTIYA e SOBRINHO, 2011).

- Rede Simples (Um coletor)

Este sistema de rede é utilizado quando não ocorrer nenhum dos casos citados no item anterior. Em vias públicas muito largas ou em ruas de pavimentação dispendiosa, ruas com tráfego intenso, ou ainda, no caso de coletores profundos que dificultam e oneram as conexões prediais, a utilização de coletores auxiliares pode contribuir para reduzir os custos globais (TSUTIYA e SOBRINHO, 2011).

3.4.2.2. Estação Elevatória

Como as canalizações da rede coletora de esgoto funcionam como condutos livres, elas devem ser projetadas com certa declividade para que seja garantida a manutenção de velocidade de escoamento no interior dos condutos por gravidade. Esta declividade, porém, implica em um acréscimo contínuo no decaimento ao longo de cada trecho de canalização, de montante para jusante, causando o aumento das profundidades a jusante, muitas vezes impraticáveis. Nestes casos, faz-se necessária a instalação de estações elevatórias, objetivando a transferência dos esgotos a partir de um ponto para outro de cota normalmente mais elevada (NUVOLARI, 2011).

Segundo Tsutiya e Sobrinho (2011), a localização das elevatórias de esgoto depende do traçado do sistema de coleta. Geralmente, as estações ficam situadas nos pontos mais baixos de uma bacia ou nas proximidades dos rios, córregos ou represas. A mesma fonte ainda cita que, para a escolha do local adequado à construção de uma estação elevatória, devem ser considerados alguns aspectos importantes, entre eles: baixo custo e facilidade de desapropriação do terreno, disponibilidade de energia elétrica, topografia da área, trajeto mais curto da tubulação de recalque, influências nas condições ambientais,

harmonização da obra com o ambiente circunvizinho, entre outros fatores.

Como parte do sistema de transporte de esgotos para uma cota mais elevada está a linha de recalque ou emissário de recalque. O diâmetro de linha de recalque é hidráulicamente indeterminado. Portanto, as velocidades de escoamento nas tubulações de recalque devem ser tais que não permitam a deposição de materiais sólidos na linha, mas também não causem problemas de erosão. Logo, para atender estes aspectos, tem sido comum limitar a velocidade de recalque entre 0,6 e 3,0 m/s (TSUTIYA e SOBRINHO, 2011).

3.4.3. Tipos de Sistemas de Esgoto

De acordo com Tsutiya e Sobrinho (2011), os sistemas de esgotos urbanos podem ter três conformações distintas:

- Sistema de esgotamento unitário, ou sistema combinado;
- Sistema de esgotamento separador parcial
- Sistema de esgotamento separador absoluto

3.4.3.1. Sistema de Esgotamento Unitário

O sistema de esgotamento unitário, ou sistema combinado, é aquele em que as águas residuárias (domésticas e industriais), águas de infiltração (água do subsolo que penetra no sistema através de tubulações e órgãos acessórios) e águas pluviais veiculam por um mesmo sistema (TSUTIYA e SOBRINHO, 2011). Segundo Pereira e Soares (2006), o sistema unitário possui importantes desvantagens quando comparado aos outros sistemas, como as que seguem:

- Exige altos investimentos iniciais na construção de grandes galerias necessárias ao transporte das vazões máximas do projeto;
- Tem funcionamento precário em ruas sem pavimentação, principalmente de pequenas declividades longitudinais, em função da sedimentação interna de materiais oriundos dos leitos das vias públicas;
- Implicam em construções mais difíceis e demoradas em consequência das suas dimensões, criando maiores dificuldades físicas e no cotidiano da população da área atingida.

3.4.3.2. Sistema de Esgotamento Separador Parcial

O sistema de esgotamento separador parcial é aquele em que uma parcela das águas de chuva, provenientes de telhados e pátios das economias são encaminhadas juntamente com as águas residuárias e águas de infiltração do subsolo para um único sistema de coleta e transporte de esgotos (TSUTIYA e SOBRINHO, 2011).

3.4.3.3. Sistema de Esgotamento Separador Absoluto

O sistema de esgotamento separador absoluto, segundo a norma brasileira NBR 9.648/86, é o “conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar, somente o esgoto sanitário, a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro”. Neste sistema, o esgoto sanitário veicula em um sistema independente, denominado sistema de esgoto sanitário, enquanto as águas pluviais são coletadas e transportadas em um sistema de drenagem pluvial totalmente independente. O sistema separador absoluto foi adotado no Brasil no início do século XX (em 1912), e é entendido como o sistema mais eficaz nos pontos de vista técnicos e econômicos. Segundo Azevedo Netto (1983), no sistema unitário, a mistura de águas residuárias com as pluviais prejudica e onera de maneira significativa todo o sistema de esgotamento, incluindo a rede e o tratamento dos esgotos.

O sistema separador absoluto reduz as dimensões das estações de tratamento facilitando, conseqüentemente, a operação e manutenção destas em função da constância na qualidade e na quantidade das vazões a serem tratadas. Como principais vantagens desse sistema, pode-se destacar:

- Permite a instalação de coletores de esgotos sanitários em vias sem pavimentação, pois esta situação não interfere na qualidade dos esgotos sanitários coletados;
- Permite a utilização de peças pré-moldadas na execução das canalizações, devido à redução nas dimensões necessárias ao escoamento das vazões, reduzindo custos e prazos na implantação dos sistemas;
- Nem todas as ruas de uma cidade necessitam de rede de esgotamento pluvial. De acordo com a declividade das ruas, a própria sarjeta se encarregará do escoamento, reduzindo assim, a extensão da rede pluvial.

3.4.4. Finalidades do Sistema

Segundo Nuvolari (2011) e Von Sperling (2005), as principais finalidades na implantação de um sistema de esgotamento sanitário em uma cidade podem ser baseadas em quatro aspectos fundamentais: higiênico, social, econômico e ambiental.

Do ponto de vista higiênico, o objetivo é a prevenção, o controle e a erradicação das muitas doenças de veiculação hídrica, responsáveis por altos índices de mortalidade precoce, principalmente a mortalidade infantil.

Sob o aspecto social, a implantação do sistema visa à melhoria da qualidade de vida da população, bem como a recuperação dos corpos hídricos e de suas margens para a prática recreativa, esportes e lazer.

Do ponto de vista econômico, as questões envolvidas giram em torno do aumento da produtividade geral, devido à melhoria ambiental, tanto urbana quanto a rural. Também se pode destacar a preservação dos recursos hídricos e das terras marginais à jusante, para a sua plena utilização no desenvolvimento humano, considerando todos os usos econômicos da água: abastecimento, irrigação, geração de energia, navegação, dessedentação de animais, esporte, lazer, entre outros.

No aspecto ambiental, pode-se apontar a preservação dos mananciais, fauna e flora, terrestre ou aquática, e do solo, evitando a poluição e depreciação da natureza.

3.5. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE TREVISO

3.5.1. Localização

O município de Treviso está localizado no estado de Santa Catarina, pertencendo à mesorregião Sul Catarinense e à microrregião de Criciúma. Localiza-se a uma latitude 28°30'50" Sul e longitude 49°27'25" Oeste. A altitude do município é de 145 metros acima do nível do mar, tendo como municípios limítrofes: Bom Jardim da Serra, Lauro Müller, Urussanga e Siderópolis. Sua distância da capital do Estado, Florianópolis, é de 199 km.

O município de Treviso possui uma área de 156,50 km², sendo considerado pequeno em extensão. Seu principal acesso dá-se pela rodovia estadual SC-447, a qual atravessa a cidade.

Nas Figura 1 e 2, é possível visualizar as mesorregiões catarinenses, bem como a localização de Treviso destacada em vermelho.

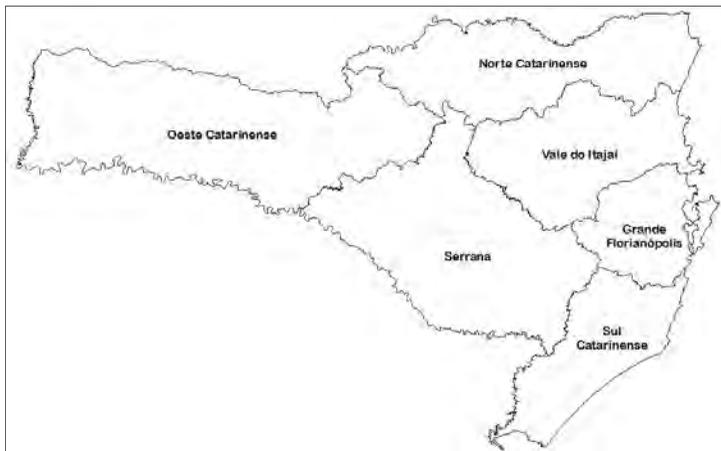


Figura 1 - Mesorregiões de Santa Catarina

Fonte: SANTA CATARINA / Wikipédia (2010)



Figura 2 - Localização do município de Treviso

Fonte: SANTA CATARINA / Wikipédia (2010)

3.5.2. Hidrografia

O Estado de Santa Catarina é composto por dez regiões hidrográficas, sendo que o município de Treviso situa-se Região Hidrográfica RH-10 – Extremo Sul Catarinense, a qual compreende cerca de 24 municípios do estado. A Figura 3 exibe as regiões hidrográficas de Santa Catarina, segundo divisão da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Social, Urbano e Meio Ambiente – SDS.

A região hidrográfica na qual se encontra o município de Treviso, RH10, é formada pelas bacias dos rios Araranguá, Urussanga e Mampituba. Dentro dos limites da bacia do Rio Araranguá, ainda estão definidas cinco sub-bacias principais: Araranguá, dos Porcos, Mãe Luzia, Manoel Alves e Itoupava.



Figura 3 - Regiões Hidrográficas de Santa Catarina

Fonte: SDS (2010)

Treviso está inserida na sub-bacia do Rio Mãe Luzia. Conforme pode ser visualizado na Figura 4, os principais afluentes do Rio Mãe Luzia são: (Pela margem esquerda e no sentido do fluxo) Rio Congonhas, Rio Dória, Rio Ferreira, Rio Marosini, Rio Fluorita e Rio

Serraria. Na margem direita são seus afluentes: Rio do Pio, Rio Manim, Rio Jordão, Rio Dandolo (ou Vargem) e Rio Guarapari.

Os principais rios que cortam o município de Treviso são: Rio Mãe Luzia, Rio Congonhas, Rio Dória, Rio Ferreira, Rio Marosini, Rio Manim, Rio do Pio, e, no limite do município, o Rio Costão.

Os cursos d'água que atravessam a área urbana do município são os rios Ferreira e Mãe Luzia, sendo este último o mais importante. Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2000, o rio Mãe Luzia é classificado como rio de Classe II. Devido à sua localização e classificação, este rio pode ser o corpo receptor dos esgotos tratados do município.

3.5.3. Informações Fluviométricas

O município de Treviso não conta com nenhuma estação fluviométrica. Neste caso, utilizaram-se os dados hidrológicos da estação mais próxima, localizada no município de Forquilha, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Dados da Estação Fluviométrica Utilizada

Informação	Valor
Código	84820000
Nome	FORQUILHINHA
Bacia	ATLÂNTICO, TRECHO SUDESTE (8)
Rio	RIO MÃE LUZIA
Estado	SANTA CATARINA
Município	FORQUILHINHA
Responsável	ANA
Operadora	EPAGRI
Latitude	-28°45'2''
Longitude	-49°28'23''
Altitude (m)	40
Área de Drenagem (km ²)	526
Vazão mínima (m ³ /s)	0,095
Vazão média (m ³ /s)	18,515
Vazão máxima (m ³ /s)	1.102,900

Fonte: ANA (2012)

Na sub-bacia do rio Mãe Luzia pode-se observar a presença de atividades carboníferas, as quais eram mais intensas durante as décadas de 70 e 80. Próxima à sua fonte, a qualidade da água do rio é considerada de ótima qualidade. Contudo, os efeitos negativos da exploração de carvão à montante da cidade de Treviso depreciam a qualidade das águas, poluindo as mesmas pela presença de metais.

A zona urbana não sofre com cheias ou enchentes; somente na ocorrência de eventos de precipitação extremos na cabeceira do rio Ferreira, este alaga área de aproximadamente uma quadra no centro da

cidade, em virtude de um estrangulamento da calha do rio, efetuado por uma ponte, conforme Figura 5.



Figura 5 - Ponte sobre Rio Ferreira, montante ao norte

Fonte: Prefeitura de Treviso

3.5.4. Chuvas

O clima de Treviso classifica-se como Cfb – mesotérmico úmido com verões frescos – e a temperatura média é de 19,3°C, atingindo máximas em torno de 30°C e mínimas em torno de 3°C. A precipitação média anual no município é de 1.660 mm.

A Tabela 5 apresenta o quadro de distribuição de chuvas ao longo das estações do ano em Treviso.

Tabela 5 - Precipitação Mensal Total

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1990	183,5	101,4	136,4	220,7	51,3	15,8	103,4	70,4	104,0	126,4	227,9	153,2	124,5
1991	128,5	95,7	33,7	35,1	24,5	58,6	-	-	-	-	127,8	264,2	96,0
1992	27,7	43,5	12,5	-	-	-	-	-	45,2	11,7	8,0	3,3	21,7
1993	158,3		75,4	4,0	109,9	-	-	30,0	276,8	128,7	61,5	224	118,7
1994	-	-	106,5	32,2	178,8	72,8	91,8	16,7	11,8	148,9	119,6	14,1	79,3
1995	-	-	-	63,4	40,6	200,8	148,4	-	-	-	-	-	113,3
1996	308,6	120,4	104,4	96,9	63,6	117,8	61,7	154,2	180,9	140,1	79,1	172,3	133,3
1997	199,8	171,5	45,9	26,8	28,7	32,1	143,1	203,0	57,4	229,2	204,1	59,1	116,7
1998	122,3	212,1	210,7	101,5	44,8	84,8	87,3	174,9	129,9	94,8	64,1	136,2	122,0
1999	48,2	166,7	155,3	134,9	39,8	39,6	155,8	35,3	47,1	128,3	114,6	46,7	92,7
2000	178,1	188,9	90,4	74,2	80,4	84,7	50,3	21,9	123,9	213,5	128,4	139,0	114,5
2001	227,4	429,2	78,9	161,2	106,7	78,1	145,6	37,6	200,8	111,1	107,2	124,1	150,7
2002	178,3	113,6	157,8	73,3	131,3	192,4	76,2	85,9	87,0	168,6	214,6	152,8	136,0
2003	15,6	238,8	115,9	66,7	26,8	95,3	66,9	30,5	76,8	91,9	79,5	82,7	82,3
2004	-	-	-	-	-	48,2	60,9	25,1	206,3	55,3	146,9	105,3	92,6
2005	-	64,0	71,4	63,7	96,7	46,0	52,0	247,5	172,9	268,4	150,4	88,6	120,1
2006	-	-	77,5	76,2	94,2	56,9	88,0	74,0	59,1	-	-	-	75,1
2009	-	-	-	-	11,4	43,3	44,0	160,4	338,7	69,7	191,8	146,5	125,7
2010	347,6	204,1	255,6	-	341,6	107,7	134,8	70,1	100,1	79,3	229,2	49,4	174,5
2011	385,3	454,7	122,6	92,4	98,3	190,7	242,9	271,7	63,8	44,0	47,2	-	183,1

Os valores dados por “-” referem-se a dados não disponíveis pela estação pluviométrica.

Fonte: ANA (2010)

O município não conta com séries históricas registradas de insolações, evaporações, ventos. A estação meteorológica do município vizinho (Forquilha) realiza apenas registros de chuva.

3.5.5. Relevo do Solo

O relevo do município de Treviso é razoavelmente acidentado. A região leste do município é caracterizada pelo relevo típico da Planície Costeira, onde, assim como ao norte e ao sul, há a forte presença da zona carbonífera. No oeste surgem as escarpas da Serra Geral, na divisa

com o município de Bom Jardim da Serra, com desníveis acentuados e vales que formam cânions. Além dessas formas de relevo, a exploração de carvão mineral a céu aberto confere ao município uma paisagem “lunar”.

O relevo e a conformação topográfica do entorno da área urbana do município podem ser visualizadas na Figura 6.

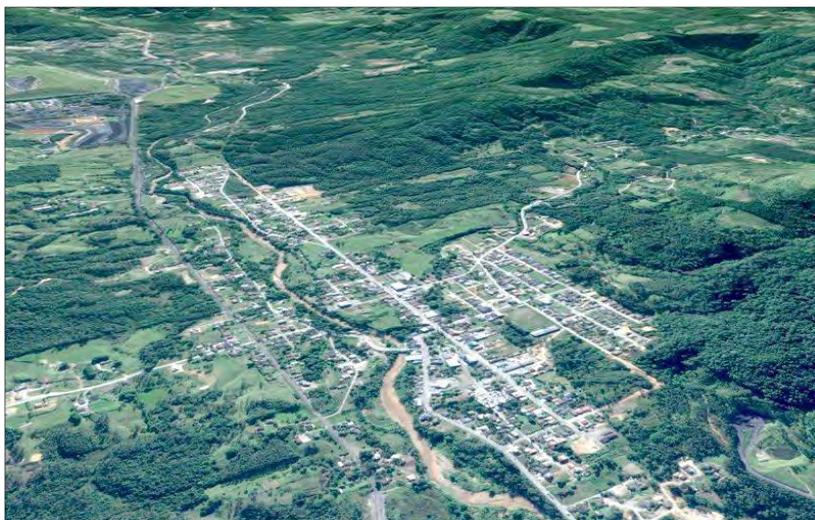


Figura 6 - Vista geral da área urbana do município de Treviso

Fonte: Prefeitura de Treviso

3.5.6. Dados Demográficos

A Tabela 6 apresenta a evolução populacional da área atual do Município de Treviso (áreas urbana e rural) entre os anos de 1991 a 2010, de acordo com os censos populacionais efetuados pelo IBGE.

Tabela 6 - População Total de Treviso

Censo	População (hab.)			Relação (%)	
	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
1991	1.016	1.991	3.007	33,79	66,21
2000	1.561	1.583	3.144	49,65	50,35
2010	1.833	1.694	3.527	51,97	48,03

Fonte: IBGE (2010)

De acordo com a tabela, pode-se observar que até o ano 2000, a população rural era predominante no município. Contudo, esta configuração se reverte segundo o último Censo, em 2010, onde a proporção da população vivendo na área urbana era de 51,97% contra 48,03% vivendo na área rural. Isso mostra que a população urbana do município vem crescendo ao longo dos anos.

A evolução das taxas de crescimento anual da população urbana, do município de Treviso entre os anos de 1991 e 2010 é mostrada na Tabela 7.

Tabela 7 - Taxas de Crescimento do Município

Censo	População (hab.)	t_0/t_1	Taxa de Crescimento Urbano Anual
	Urbana		(%)
1991	1.016	1991/ 2000	4,89%
2000	1.561	2000/ 2010	1,62%
2010	1.833	Mediana	3,25%

Fonte: IBGE (2010)

De acordo com a Tabela 7 observa-se que Treviso apresentou taxas de crescimento aritmético significativas no período total de 1991 a 2010.

3.5.7. Sistema de Saúde

Segundo dados do IBGE no ano de 2010, o município de Treviso dispõe de 2 estabelecimentos de saúde, sendo 1 público e 1 privado. A Tabela 8 apresenta as características do sistema de saúde no município.

Tabela 8 - Estabelecimentos de Saúde em Treviso no Ano de 2009

Descrição	Número	
Estabelecimentos de Saúde	Total	2
	Público	1
	Privado	1
Estabelecimentos de Saúde com internação	Total	0
	Público	0
	Privado	0
Estabelecimentos de Saúde sem internação	Total	1
	Público	1
	Privado	0
Estabelecimentos de Saúde de apoio à diagnose e terapia	Total	1
	Público	0
	Privado	1
Estabelecimentos de Saúde com plano de saúde próprio	0	
Estabelecimentos de Saúde que prestam serviços a plano de saúde de terceiros	1	
Estabelecimentos de Saúde que prestam serviços ao SUS	2	
Postos de trabalho	nível superior	-
	médicos	8
	enfermeiros	2
	odontólogos	4
	farmacêutico	3
	fisioterapeuta	1
	auxiliar de enfermagem	0
	técnicos de enfermagem	4
	Leitos	0
Leitos disponíveis ao SUS	0	

Fonte: IBGE (2010), Assistência Médica Sanitária (2009)

3.5.8. Condições Sanitárias

3.5.8.1. Doenças de Veiculação Hídrica

A água pode afetar a saúde do homem de várias maneiras: pela ingestão direta, na preparação de alimentos, na higiene pessoal, na agricultura, na higiene do ambiente, nos processos industriais ou nas atividades de lazer. A água não tratada é porta aberta para diversas doenças. Quando a qualidade das águas para os seus diversos usos é

comprometida devido à poluição, isto pode ocasionar a transmissão de diversas enfermidades. As principais doenças de veiculação hídrica são: disenterias, amebíase, giardíase, gastroenterite, febres tifoide e paratifoide, hepatite infecciosa e cólera.

O município de Treviso não notificou nenhum agravo de doenças de veiculação hídrica como cólera, dengue e febre tifoide para o Ministério da Saúde entre os anos de 2000 a 2009. Notificou casos de leptospirose (2002 e 2005) e hepatite (2002 e 2003).

3.5.8.2. Mortalidade Infantil

Taxa de Mortalidade infantil consiste na mortalidade infantil observada durante um ano, referida ao número de nascidos vivos do mesmo período. Sendo calculada pela seguinte relação:

$$TMI = \left(\frac{\text{Número de óbitos de menores de um ano}}{\text{Número de nascidos vivos}} \right) \times 1000$$

Esta taxa revela o nível de sobrevivência de todas as crianças ao primeiro ano de vida. Temos assim uma referência dos padrões de saúde, tais como:

- Assistência médica pré-natal;
- Assistência médica pós-natal;
- Vacinação;
- Alimentação.

O município de Treviso não possui registro dos óbitos de crianças menores de um ano de idade. Desse modo, não se consegue verificar a taxa de mortalidade infantil para o município. Ao menos, sabe-se que a Organização Mundial da Saúde (OMS) considera como índice aceitável 10 mortes para cada mil nascimentos.

3.5.9. Destinação dos Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos podem constituir problemas sanitários de importância, quando não são dispostos de maneira adequada e recebem os cuidados convenientes. As medidas tomadas para a solução do problema dos resíduos sólidos têm, sob o aspecto sanitário, objetivo comum a outras medidas de saneamento: prevenir e controlar doenças a eles relacionadas (PROSAB, 2001).

Dados do PMSB mostram que o município de Treviso gera cerca de 40 ton/mês de resíduos sólidos. O gerenciamento dos mesmos é feito conforme resume a Tabela 9.

Tabela 9 - Tipos de Resíduos e Órgãos Responsáveis pelo Gerenciamento

Origem do resíduo	Órgão Responsável
Domiciliar, comercial e limpeza pública	Prefeitura Municipal
Industrial	Próprio gerador
Agrícola	Fornecedores dos insumos
Área de saúde	Vigilância Sanitária

Fonte: PMSB, 2011

Para a os serviços de coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos urbanos, a Prefeitura Municipal de Treviso contrata anualmente empresas terceirizadas para realizar tais funções. A disposição final dos resíduos é em um aterro sanitário do CIRSURES (Consórcio Intermunicipal de Resíduos Sólidos da Região Sul), localizada no município de Urussanga. Este aterro sanitário é administrado pela SANTEC.

A coleta, transporte e tratamento dos resíduos de serviços de saúde são efetuados pela empresa COLIX.

De acordo com o PMSB, os serviços de coleta e transporte de resíduos sólidos urbanos atendem a 100% da população do município de Treviso (urbana e rural). Entretanto, o município possui apenas um caminhão para realizar o serviço de coleta, sendo insuficiente para uma melhor operação do sistema.

Os serviços de poda e capina atingem 100% do perímetro urbano do município, apesar de não haver um local adequado para o descarte dos resíduos gerados, que são depositados em terrenos degradados pela mineração de carvão. Já os resíduos gerados pela varrição são depositados em lixeiras públicas e coletivas, recolhidos pelo caminhão e encaminhados para o aterro sanitário.

No município não são executados serviços de coleta seletiva dos resíduos sólidos urbanos, além de não possuir Centro de Triagem e Compostagem.

Segundo o PMSB, a área em que foi instalado o Aterro Sanitário do CIRSURES apresenta condições adequadas com relação ao local, estrutura e operação para a destinação final dos resíduos sólidos.

3.5.10. Sistema Existente de Drenagem Pluvial

A drenagem urbana apresenta como principal finalidade a minimização dos riscos de inundação no perímetro urbano e dos prejuízos causados pelas enchentes. Assim, a drenagem urbana é composta por um conjunto de medidas e obras que promovem o recolhimento das águas pluviais provenientes do escoamento superficial (TUCCI, PORTO e BARROS, 1995).

O sistema de drenagem pluvial no município de Treviso é composto por um sistema de macrodrenagem através de valas a céu aberto e córregos. Já o sistema de microdrenagem faz uso de sarjetas e caixas coletoras com bocas de lobo. A rede coletora faz o encaminhamento do fluxo até os cursos d'água da região.

Atualmente o município não possui cadastro da rede de drenagem urbana. Conforme pode ser visualizado na Figura 7, muitas das estruturas de drenagem apresentam-se em péssimo estado de conservação e manutenção, como bocas de lobo total ou parcialmente entupidas.



Figura 7 - Situação de uma boca de lobo no centro do município de Treviso

3.5.11. Sistema Existente de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário

No município de Treviso, o sistema de abastecimento de água é de responsabilidade do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE).

Segundo o SAMAE, a ETA de Treviso trata 300 m³ de água por dia sendo, toda por filtração lenta seguida de desinfecção com cloro.

A Tabela 10 apresenta as principais características do sistema de abastecimento de água no município de Treviso, segundo os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2010).

Tabela 10 - Dados do Sistema de Abastecimento de Água

Discriminação	Valor
Número de ligações com hidrômetro (un)	642
Número de ligações totais (un)	670
Número de economias funcionando (un)	655
Número de economias domiciliares (un)	592
Volume utilizado (m ³ /ano)	160.000
Volume faturado (m ³ /ano)	153.750
Volume de perdas (m ³ /ano)	63.732
Índice de perda total (%)	27,99
População urbana (hab)	2.299
Índice de hidrometração (%)	96,7
Índice de atendimento (% população urbana)	100,00
Índice de faturamento (%)	72,01
População atendida estimada	2.299
Taxa <i>per capita</i> de água consumida (L/hab.dia)	185,00
Consumo médio diário (L/s)	4,92
Consumo máximo diário (L/s)	-
Reservação necessária (m ³ /ano)	-
Extensão da rede (em km)	16,90

Fonte: SNIS (2008)

Segundo os dados do IBGE, censo demográfico de 2010, o município apresenta 1.008 domicílios abastecidos por rede geral

representando 92,22% do total de residências existentes em Treviso. Outros 7,50% dos domicílios recebiam água através de poços ou nascentes, como pode ser visto na Tabela 11. Segundo o SAMAE, 100% das residências da área urbana são atendidas pelo sistema de abastecimento de água.

Tabela 11 - Formas de Abastecimento de Água

Formas	Domicílios	%
Rede geral	1.008	92,22
Poço ou nascente	82	7,50
Rios, açudes, lagos ou igarapés	2	0,18
Outra forma	1	0,09
Total	1.093	100,00

Fonte: IBGE Cidades

Em relação ao esgotamento sanitário, é atribuída ao SAMAE a responsabilidade de manutenção e operação do sistema de esgotamento sanitário no município. Entretanto, até o presente momento, a companhia não realizou a implantação de rede de coleta de esgoto sanitário no município. Dessa maneira, o sistema de esgotamento utilizado pela população em Treviso é basicamente a utilização de tanques sépticos, fossas rudimentares ou ainda o lançamento do esgoto “*in natura*” diretamente na rede de drenagem pluvial.

3.5.12. Zoneamento Urbano

O Plano Diretor do município de Treviso está em fase final de elaboração, portanto ainda não foi aprovado. Alguns mapas da cidade já foram formados, inclusive com os limites do zoneamento urbano existente e futuros que serão implantados para o crescimento ordenado do município.

Para fins de planejamento territorial, o município de Treviso fica dividido em três Macrozonas de Uso: MZPA – Macrozona de Proteção Ambiental; MZUR – Macrozona de Uso Rural; e MZDU – Macrozona de Desenvolvimento Urbano. Estas macrozonas são subdivididas em:

- MZPA: ZPP – Zona de Preservação Permanente; ZRU – Zona de Restrição de Uso; ZPH – Zona de Proteção Hídrica; e ZDS – Zona de Desenvolvimento Sustentável.

- MZUR: ZIR – Zona de Interesse Rural; ZRP – Zona de Recuperação e Produção; e ZRA – Zona de Recuperação Ambiental.
- MZDU: ZEU – Zona de Expansão Urbana; ZUR – Zona de Uso Recreativo; ZPR – Zona Predominantemente Residencial; ZPS – Zona de Produção Sustentável; e ZUM – Zona de Uso Misto.

3.6. ESTUDO DE CONCEPÇÃO

O primeiro passo para a implantação de um sistema de esgotamento sanitário é o seu planejamento. A orientação para tal é obtida na norma brasileira NBR 9.648 (ABNT, 1986) – Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário. Esta norma define o estudo de concepção como sendo o “estudo de arranjos das diferentes partes de um sistema, organizados de modo a formarem um todo integrado e que devem ser qualitativa e quantitativamente comparáveis entre si para a escolha da concepção básica”. Assim, a concepção básica é entendida como a “melhor opção de arranjo, sob os pontos de vista técnico, econômico, financeiro e social”. Tsutiya e Sobrinho (2011) definem como estudo de concepção “o 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”.

No item “Condições Gerais” da norma, a mesma reúne como requisitos uma série de informações disponíveis e necessárias a respeito da área de planejamento e implantação do sistema, como: geográficas, hidrológicas, demográficas, econômicas, entre outras.

No item “Atividades”, a norma reúne a obtenção das informações acima que não estão disponíveis, mas são imprescindíveis ao estabelecimento das concepções comparáveis e da escolha da concepção básica, com sua descrição e representação em planta (NUVOLARI, 2011).

Como condições específicas, a norma orienta a desconsideração das divisões políticas administrativas na delimitação da área de planejamento, levando em conta apenas a topografia e condições naturais do terreno.

Basicamente, a concepção tem como objetivos (TSUTIYA E SOBRINHO, 2011):

- Identificação e quantificação de todos os fatores intervenientes com o sistema de esgotos;

- Diagnóstico do sistema existente, considerando a situação atual e futura;
- Estabelecimento de todos os parâmetros básicos de projeto;
- Pré-dimensionamento das unidades do sistema;
- Escolha da alternativa mais adequada mediante a comparação técnica, econômica e ambiental;
- Estabelecimento das diretrizes gerais de projeto e estimativa das quantidades de serviço que devem ser executados na fase de projeto.

3.6.1. Critérios de Projeto

3.6.1.1. Topografia

Ao se projetar qualquer obra de engenharia, arquitetura ou urbanismo, deve-se primeiramente obter o levantamento topográfico do local onde a obra será implantada.

A Topografia é um instrumento imprescindível para o projeto, implantação e acompanhamento de obras. É a base inicial para engenheiros ou arquitetos realizarem qualquer projeto ou obra por representar em planta e em qualquer escala, todas as variações apresentadas em uma superfície (DOMINGUES, 1979).

Os sistemas de redes coletoras de esgoto funcionam por gravidade, portanto, é imprescindível o levantamento topográfico da área de projeto e que na etapa da construção da obra sejam respeitados os traçados definidos em projeto e/ou levantamento em campo.

Os procedimentos para a realização de um levantamento topográfico são regulamentados pela NBR 13.133/96 (Execução de levantamento topográfico).

3.6.1.2. Traçado da Rede

Conforme Tsutiya e Sobrinho (2011), para o traçado das redes deve-se tomar por base a topografia da área delimitada, buscando aproveitar ao máximo a declividade do terreno, uma vez que o escoamento se processa segundo o caimento do terreno, por ação da gravidade. Na elaboração do traçado também se busca atender ao máximo de economias possível com a rede coletora, sempre equilibrando a concepção mais técnica e economicamente viável.

3.6.1.3. Profundidade da Rede de Esgotamento

Segundo o Manual de Saneamento da FUNASA (2006), a profundidade mínima da tubulação deve ser tal que permita receber os efluentes por gravidade e proteger a tubulação contra tráfego de veículos e outros impactos. Segundo Tsutiya e Sobrinho (2011), a melhor profundidade de um sistema é aquela que proporciona a coleta e o afastamento dos esgotos com aplicação coerente dos recursos financeiros e da tecnologia disponível.

O recobrimento não deve ser inferior a 0,90 m para coletor assentado no leito da via de tráfego ou a 0,65 m para coletor assentado no passeio, segundo a NBR 9.649/86 (Projetos de rede coletora de esgoto sanitário). A profundidade máxima da tubulação geralmente atinge de 4,0 a 4,5 m e a profundidade mais conveniente é de 1,5 a 2,5 m. Maiores profundidades só serão admitidas com justificativa técnica e econômica, já que acima de 4,0 m de profundidade é aconselhável que se projete coletores auxiliares para receber as ligações prediais (TSUTIYA e SOBRINHO, 2000). A CASAN (Companhia Catarinense de Águas e Saneamento) recomenda a profundidade máxima de uma rede coletora como sendo de 4,5 m. A justificativa dada pela Companhia quanto a esta recomendação gira em torno da maior complexidade e onerosidade dos escoramentos necessários em valas com profundidades superiores a 4,5 metros. Além disso, coloca-se em risco a segurança dos trabalhadores, sem mencionar o significativo acréscimo dos custos das obras, visto que, segundo Tsutiya e Sobrinho (2011), os custos com escoramentos correspondem a 38,8% dos custos totais de uma obra para execução de redes de esgotamento sanitário.

3.6.1.4. Tensão Trativa

Os líquidos esgotáveis são constituídos por água e materiais sólidos, dissolvidos ou em suspensão, sendo estes últimos, sedimentáveis. Desse modo, a sedimentação desses sólidos ao longo das tubulações de esgoto é indesejável, uma vez que, com o tempo, podem causar reduções sucessivas da seção útil ou que se aglomerem em volumes sólidos maiores, provocando abrasão nas paredes internas dos condutos quando arrastados pelo líquido, prejudicando o escoamento e danificando a canalização. Para que isto seja evitado, as tubulações são dimensionadas de modo que as condições de escoamento garantam um esforço tangencial mínimo entre o líquido escoado e a superfície do

tubo, promovendo uma autolimpeza da tubulação ao menos uma vez ao dia (TSUTIYA e SOBRINHO, 2011). Deste esforço tangencial origina-se o conceito de tensão trativa – σ – (ou tensão de arraste) definida como o esforço tangencial unitário transmitido às paredes do conduto pelo líquido em escoamento (UEAC, 2012). Para a autolimpeza dos tubos de PVC, Tsutiya e Sobrinho (2011) recomendam garantir, pelo menos uma vez por dia, uma tensão trativa de 1,0 Pascal, apesar da norma NBR 14.486 (2000) recomendar uma tensão trativa mínima de 0,6 Pascal.

3.6.1.5. Declividades

Tendo em vista a garantia da autolimpeza das tubulações ao menos uma vez ao dia, desde o início do plano, a declividade mínima que satisfaz esta condição, considerando um coeficiente de Manning recomendado por Metcalf e Eddy (1981), com valor de $n = 0,013$, pode ser determinada pela equação 1:

$$I_{min} = 0,0055 \times Q_i^{-0,47} \quad (1)$$

Em que:

I_{min} = declividade mínima (m/m)

Q_i = vazão de jusante do trecho no início do plano (L/s)

A declividade máxima admissível será aquela para a qual se tenha uma velocidade final igual a 5,0 m/s para a vazão final de plano, segundo Tsutiya e Sobrinho (2011), e pode ser calculada através da equação 2, para $n = 0,013$:

$$I_{max} = 4,65 \times Q_f^{-0,67} \quad (2)$$

Em que:

I_{max} = declividade máxima (m/m)

Q_f = vazão de jusante do trecho no final do plano (L/s)

Dependendo da turbulência do escoamento, poderá haver a entrada de bolhas de ar na superfície do líquido, ocasionando o aumento da altura da lâmina d'água. Este aumento pode acarretar na mudança do escoamento como conduto livre, onde a tubulação pode ser destruída pelas pressões geradas. Essa situação é causada quando a velocidade do escoamento na tubulação atinge uma velocidade crítica (TSUTIYA e

SOBRINHO, 2011). Para evitar este tipo de escoamento, calcula-se a velocidade crítica de cada seção da rede e compara-se com sua respectiva velocidade final. Deste modo, quando a velocidade final V_f atinge ou é superior à velocidade crítica V_c , a maior lâmina admissível será de 50% do diâmetro do coletor. Essa recomendação se deve ao fato da garantia da manutenção do escoamento como conduto livre e assegurar a ventilação do sistema. A velocidade crítica é calculada pela equação 3.

$$V_c = 6 (g \times R_h)^{1/2} \quad (3)$$

Em que:

g = aceleração da gravidade (m/s^2)

R_h : raio hidráulico (m)

3.6.1.6. *Materiais das Tubulações de Esgoto*

Para a escolha do material a ser empregado no sistema, levam-se em consideração as características dos esgotos, as condições locais e os métodos utilizados na construção. Os materiais que são mais comumente utilizados para a instalação dos sistemas de coleta e transporte de águas residuárias são: tubo cerâmico, concreto, PEAD (Polietileno de Alta Densidade), plástico, ferro fundido e o aço. Em geral, para as linhas de recalque, utilizam-se normalmente os tubos de ferro fundido, PEAD e os tubos de aço. Já para a rede coletora, são mais comumente utilizados os tubos de PVC (TSUTIYA e SOBRINHO, 2011).

Segundo a mesma fonte, os principais fatores que devem ser observados para a escolha do material a ser utilizados são:

- Resistência a cargas externas;
- Resistência à abrasão e ao ataque químico;
- Facilidade de transporte;
- Disponibilidade de diâmetros necessários;
- Custo do material;
- Custo do transporte e;
- Custo do assentamento.

Tubos e Conexões em PVC

Os tubos e conexões de Policloreto de Vinila (PVC) são destinados às redes coletoras de esgoto e ramais prediais para trabalharem enterrados e conduzindo, sem pressão hidrostática interna, esgoto sanitário e despejos industriais não agressivos ao PVC, cujas temperaturas não excedam 40°C. Segundo a mesma fonte, os tubos de PVC possuem a característica de serem altamente resistentes à corrosão, sendo utilizados em redes coletoras na mesma faixa de utilização dos tubos cerâmicos. O PVC é a principal alternativa de utilização entre os materiais nas tubulações com escoamento por gravidade, devido ao seu baixo custo, grande disponibilidade e facilidade de transporte, diversidade de diâmetros existentes e o tempo de vida útil do material. O PVC também é principalmente recomendado em regiões com lençol freático acima dos coletores de esgoto (regiões litorâneas) (TSUTIYA e SOBRINHO, 2011).

Os requisitos específicos para a utilização dos diversos tipos de tubos em PVC são regulamentados pelas normas: NBR 7.362-1 (Sistemas enterrados para a condução de esgoto. Parte 1: Requisitos para tubos de PVC com junta elástica), NBR 7.362-2 (Sistemas enterrados para a condução de esgoto. Parte 2: Requisitos para tubos de PVC com parede maciça) e NBR 7.362-3 (Sistemas enterrados para a condução de esgoto. Parte 3: Requisitos para tubos de PVC com dupla parede).

Tubos em Concreto

Os tubos de concreto são utilizados para coletores de esgoto sanitário com diâmetro nominal igual ou superior a 400 mm, principalmente para coletores tronco, interceptores e emissários. Para redes de esgotamento sanitário podem ser utilizados tubos de concreto simples e tubos de concreto armado.

De acordo com a norma NBR 8.890 (Tubo de concreto de seção circular para águas pluviais e esgotos sanitários - Requisitos e métodos de ensaios), os tubos de concreto possuem os seguintes diâmetros padronizados: 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1.000, 1.100, 1.200, 1.500, 1.750, e 2.000 mm. Para todos estes diâmetros, o comprimento útil mínimo do tubo é de 2,0 m (TSUTIYA e SOBRINHO, 2011).

Tubos em Polietileno (PEAD)

O polietileno é um termoplástico obtido pela polimerização do etileno na presença de catalizadores. Quando a polimerização ocorre à baixa pressão, obtém-se o Polietileno de Alta Densidade (PEAD) (BEVILACQUA, 2006).

Segundo o mesmo autor, os tubos de polietileno apresentam as seguintes vantagens na sua utilização nos condutores de esgoto: alta resistência ao impacto, maior flexibilidade, baixa rugosidade, menor número de juntas, alta resistência à corrosão e agentes químicos, manuseio e instalação mais fáceis e rápidos.

Neste estudo, os tubos de PEAD serão utilizados no dimensionamento das linhas de recalque. As principais normas que discorrem sobre os dutos de polietileno no transporte de esgoto sob pressão são: NBR 15.950/11: Sistemas para distribuição e adução de água e transporte de esgotos sob pressão — Requisitos para instalação de tubulação de polietileno PE 80 e PE 100; e NBR 15.952/11: Sistemas para redes de distribuição e adução de água e transporte de esgotos sob pressão — Verificação da estanqueidade hidrostática em tubulações de polietileno.

3.6.1.7. Alcance de Projeto

A NBR 9.648/86 define alcance de projeto como sendo o ano previsto para que o sistema projetado passe a operar conforme o valor máximo calculado, sendo este alcance definido pelo projetista. Para o atendimento de áreas urbanas, os sistemas de esgotamento sanitário devem possuir um efetivo planejamento, já que as obras a serem realizadas devem possibilitar expansão urbana e o desenvolvimento (TSUTIYA e SOBRINHO, 2011).

A escolha do período de projeto depende de uma série de fatores, alguns dos quais independentes. Destes, os mais importantes são (LUNARDELLI, 2005):

- as tendências de crescimento da população e das necessidades urbanas, com especial atenção ao desenvolvimento das necessidades comerciais e industriais;
- a vida útil das estruturas e dos equipamentos, tendo-se em conta a sua obsolescência, a sua durabilidade, a sua utilização e o seu desgaste;

- as facilidades ou dificuldades que se apresentam para a ampliação das obras e instalações;
- o comportamento das obras durante os anos iniciais, quando as vazões são inferiores às de dimensionamento.

De acordo com o mesmo autor, as estações elevatórias são projetadas para funcionarem com plena capacidade num período entre 20 e 30 anos. Já a rede coletora é projetada para a população de saturação da área de esgotamento correspondente, uma vez que é muito difícil e oneroso substituir uma rede de esgoto já implantada.

No Brasil, os períodos de projeto para sistemas de esgoto raramente ultrapassam 30 anos, sendo comumente utilizado o período de 20 anos.

3.6.1.8. Estimativa Populacional

Fixado o horizonte de projeto, faz-se necessário conhecer a população final atendida, ou seja, a população que se espera encontrar na localidade ao final do período adotado. Com isso poderá ser feita uma estimativa da vazão de esgotos presente e futura, ano a ano, até o fim de plano e/ou a saturação, que se destinará ao tratamento adequado (NUVOLARI, 2011).

3.6.1.9. Métodos para Projeções Matemáticas

Processo Aritmético

Segundo Tsutiya (2000), este processo toma como pressuposto que a cidade se desenvolve segundo uma progressão aritmética, ou seja, a população está crescendo linearmente com o tempo. Analisando os valores das populações P_0 e P_1 correspondentes aos tempos t_0 e t_1 , (referentes a dois anos de dados censitários), calcula-se o incremento populacional nesse período (r), pela equação 4:

$$r = \frac{P_1 - P_0}{t_1 - t_0} \quad (4)$$

A partir da qual resulta a previsão de população (P), correspondente à data futura (t), expressa pela e equação 5:

$$P = P_0 + r \times (t - t_0) \quad (5)$$

Processo Geométrico

Este processo admite que a cidade cresça segundo uma progressão geométrica. Tanto no processo geométrico como no aritmético, considera-se que a população da cidade só vem a crescer, não admitindo um decréscimo da população e sim um crescimento populacional ilimitado. Conhecendo-se dois dados de população, P_0 e P_1 , correspondentes respectivamente aos anos t_0 e t_1 , pode-se calcular a razão de crescimento geométrico no período conhecido (q), pela equação 6 abaixo:

$$q = \sqrt[t_1 - t_0]{\frac{P_1}{P_0}} \quad (6)$$

A partir da qual resulta a previsão de população (P), correspondente à data futura (t), expressa pela equação 7:

$$P = P_0 \times q^{(t - t_0)} \quad (7)$$

Método da Previsão

Este método calcula, ou prevê, a população futura usando valores conhecidos. O valor previsto é um valor da população (P) para um determinado valor de tempo (t). Os valores conhecidos podem ser os censos demográficos da região, e a população futura é prevista através da regressão linear. A expressão matemática para o método da previsão é do tipo $a + bx$, onde:

$$a = \bar{P} - b \times \bar{t} \quad (8)$$

$$b = \frac{\sum(t - \bar{t}) \times (P - \bar{P})}{\sum(t - \bar{t})^2} \quad (9)$$

Em que \bar{t} e \bar{P} são a média da amostra, sendo que t representa o tempo e P a população.

Método do Crescimento

O método do crescimento calcula o crescimento exponencial previsto usando dados existentes. Este método retorna os valores y para uma série de novos valores x que se especifica, usando valores x e y existentes. Também se pode usar a função de crescimento para ajustar

uma curva exponencial em valores x e y . A previsão da população é obtida pelo uso da planilha de cálculo “Excel”, apresentando as populações de censos conhecidos.

Método da Regressão Matemática

Neste processo é utilizado um método de extrapolação analítica dos dados disponíveis até a data em que se pretende estudar a projeção. O processo normalmente empregado é o dos mínimos quadrados, que consiste em se tornar mínimo o quadrado das diferenças entre os valores disponíveis e os que se pretende determinar e que pertençam a uma curva cuja equação parabólica procura extrapolar os dados existentes. Neste método tem-se o ajuste de uma curva de crescimento associada a uma equação do tipo:

$$y = a + bx + cx^2 \quad (10)$$

Em que:

y = Representa a população, em número de habitantes;

x = Tempo decorrido, em anos.

Tendo por base os dados disponíveis, a equação pode ser resolvida por meio das relações dos mínimos quadrados mostradas a seguir:

$$\begin{cases} n \cdot a + b \cdot \sum x + c \cdot \sum x^2 = \sum y \\ a \cdot \sum x + b \cdot \sum x^2 + c \cdot \sum x^3 = \sum x \cdot y \\ a \cdot \sum x^2 + b \cdot \sum x^3 + c \cdot \sum x^4 = \sum x^2 \cdot y \end{cases} \quad (11)$$

3.6.1.10. Vazões de Esgoto e seus Interferentes

O consumo de água potável no desempenho diário das atividades domésticas produz águas residuárias, sendo estas chamadas de “águas servidas” quando oriundas de atividades de limpeza, ou chamadas de “águas negras” quando possuem matéria fecal. Na maioria dos casos em que se está projetando um sistema de esgoto sanitário (SES), a localidade já possui sistema público de abastecimento de água tratada (SAA). Dessa forma, espera-se que quanto maior ou menor o consumo de água tratada pela população, maior ou menor seja a contribuição doméstica de vazões a esgotar.

As vazões de esgotos sanitários originam-se a partir de três parcelas bem distintas, sendo estas: contribuições domésticas (normalmente a maior e mais importante do ponto de vista sanitário),

parcela de águas de infiltrações (inconveniente, mas sempre presente) e as vazões concentradas (em geral de origem industrial). Sendo assim, a vazão de esgoto sanitário é composta pelas seguintes parcelas:

$$Q = Q_d + Q_{inf} + Q_c \quad (12)$$

Em que:

Q = Vazão de esgoto sanitário (L/s);

Q_d = Vazão doméstica (L/s);

Q_{inf} = Vazão de infiltração (L/s);

Q_c = Vazão concentrada (L/s).

Segundo Tsutiya e Sobrinho (2011), para que se possa determinar a vazão de coleta da rede, é necessário conhecer a população a ser atendida em início e fim de plano (saturação) e os parâmetros de consumo de água: consumo *per capita*, coeficientes de variação de vazão: maior demanda diária (K1) e horária (K2) e da hora de demanda mínima (K3), coeficiente de retorno e de infiltração.

Consumo de água per capita (q)

A contribuição de esgotos depende normalmente do abastecimento de água, logo há uma nítida relação entre o consumo de água e a contribuição para a rede de esgotos. Entende-se por consumo de água *per capita* a quantidade de água que uma pessoa consome por dia em suas diversas atividades. Este fator possui grandes variações no seu valor, derivando segundo os hábitos higiênicos e culturais da comunidade; natureza de ocupação dessas áreas: residencial, comercial, industrial; as instalações e equipamentos hidráulico-sanitários dos imóveis; os controles exercidos sobre o consumo de água; o valor da tarifa; a temperatura média da região; entre outros. Espera-se que quanto maior o consumo de água pela população, maior seja a contribuição de vazões na rede. A Tabela 12 relaciona o consumo de água *per capita* de acordo com o porte da comunidade.

Tabela 12 - Consumo Per Capita Conforme Porte da Comunidade

Porte da Comunidade	Faixa da População (habitantes)	Consumo per capita (L/hab.dia)
Povoado rural	<5.000	90 a 140
Vila	5.000 a 10.000	100 a 160
Pequena localidade	10.000 a 50.000	110 a 180
Cidade Média	50.000 a 250.000	120 a 220
Cidade Grande	>250.000	150 a 300

Fonte: Tsutiya (2006)

Coeficiente de Retorno (C)

O coeficiente de retorno é a relação entre o volume de esgoto recebido na rede coletora e o volume de água efetivamente consumido pela população. Entende-se como consumo efetivo aquele que é registrado na micromedicação da rede de distribuição de água, logo se descartam os volumes relacionados às perdas do sistema de abastecimento (NUVOLARI, 2011). A NBR 9.649/86 define coeficiente de retorno como: “A relação média entre os volumes de esgoto produzido e de água efetivamente consumida”. A norma recomenda o valor do coeficiente de retorno como sendo de 0,8, ou seja, 80% do volume de água consumido retornam como águas residuárias.

Coeficientes de Variação de Vazão (K)

Segundo Nuvolari (2011), os coeficientes de variação de vazão correspondem ao escoamento da parcela de esgoto doméstico, que compõe o esgoto sanitário, o qual não se comporta de maneira regular, pois como a água de consumo doméstico está sob comando direto do usuário, as vazões variam conforme as demandas sazonais, mensal, diária e horária. As variações mais significativas são as diárias e horárias, representadas pelos coeficientes abaixo, tendo seus valores recomendados pela norma NBR 9.649/86.

a) Coeficiente de máxima vazão diária (K1): Este coeficiente corresponde ao dia de maior consumo de água, sendo a relação entre a maior demanda de vazão diária em um ano e a vazão diária média para o mesmo ano. Seu valor especificado pela norma é de 1,20;

b) Coeficiente de máxima vazão horária (K2): Corresponde à hora de maior consumo de água, sendo a relação entre a maior demanda de vazão diária em um dia e a vazão média horária para o mesmo ano. Seu valor é de 1,50;

c) Coeficiente de mínima vazão horária (K3): É a relação entre a vazão mínima e a vazão média anual. O valor recomendado é de 0,5.

Infiltração

Segundo Hanai e Campos (1997), a entrada de água, ou seja, a infiltração, subterrânea nos sistemas de esgotamento acontece quando estes estão assentados abaixo do nível do lençol freático, principalmente quando tal nível é alto naturalmente, ou devido às excessivas precipitações pluviométricas sazonais.

As águas de infiltração são águas subterrâneas originárias do subsolo que penetram indesejavelmente nas canalizações da rede coletora de esgotos de diversas maneiras: pelas paredes das tubulações, pelas juntas mal executadas, pelas tubulações defeituosas, pelas estruturas dos poços de visita e das estações elevatórias, entre outros.

A NBR 9.649 recomenda a utilização de 0,05 a 1,0 L/s.km como taxa de infiltração para as redes coletoras de esgotos (COMPARINI e SOBRINHO, 1992).

3.6.1.11. Vazões de Dimensionamento

Com os coeficientes apresentados acima, são calculados as vazões de projeto para o dimensionamento da rede coletora.

Vazões de Início e Fim de Plano

A vazão de início de plano é calculada através da equação 13 abaixo:

$$Q_i = Q_{d,i} + Q_{inf} + Q_c \quad (13)$$

Em que:

Q_i = Vazão de esgoto sanitário inicial (L/s);

$Q_{d,i}$ = Vazão doméstica de início de plano (L/s);

Q_{inf} = Vazão de infiltração (L/s);

Q_c = Vazão concentrada (L/s).

Onde a vazão doméstica inicial pode ser calculada pela equação 14:

$$Q_{doméstica\ inicial} = \frac{P_i \cdot q_i \cdot C \cdot K_2}{86400} \quad (14)$$

Em que:

P_i = População início de plano contribuinte (hab.);

q_i = Quota *per capita* de água inicial (L/hab.dia);

C = Coeficiente de retorno

Já a vazão de final de plano pode ser determinada através da equação 15:

$$Q_f = Q_{d,f} + Q_{inf} + Q_c \quad (15)$$

Em que:

Q_f = Vazão de esgoto sanitário final (L/s);

$Q_{d,f}$ = Vazão doméstica de fim de plano (L/s);

Q_{inf} = Vazão de infiltração (L/s);

Q_c = Vazão concentrada (L/s).

Onde a vazão doméstica final pode ser calculada pela equação 16:

$$Q_{doméstica\ final} = \frac{P_f \cdot q_f \cdot C \cdot K_1 \cdot K_2}{86400} \quad (16)$$

Em que:

P_f = População final de plano contribuinte (hab.);

q_f = Quota *per capita* de água final (L/hab.dia);

C = Coeficiente de retorno.

3.6.1.12. Normas Pertinentes

- Lei Federal nº 11.445/2007 – Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico;
- NBR 9.648/1986 – Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário;
- NBR 9.649/1986 – Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário;
- NBR 9.814/1987 – Execução de Redes Coletoras de Esgotos Sanitários;

- NBR 12.207/1992 – Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário;
- NBR 12.208/1992 – Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário.

4. METODOLOGIA

4.1. DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO

Este estudo abrangeu apenas a área urbana do município de Treviso, tendo em vista a maior concentração de casas e arruamentos, o que possibilita uma concepção mais viável técnica e economicamente. A porção da população rural do município conta com residência em locais esparsos e de acesso mais restrito, dificultando e encarecendo as obras. Deste modo, as economias presentes na porção rural do município devem possuir tratamento individual de esgotos. A Figura 8 mostra a delimitação da porção urbana do município.



Figura 8 - Delimitação da Área Urbana

A área de projeto, local de atendimento às economias, foi então delimitada a partir de uma análise criteriosa, contemplando as áreas mais densamente povoadas dentro do perímetro urbano, objetivando abranger uma maior quantidade de economias possível.

Ao se estudar as alternativas de esgotamento sanitário de uma localidade, é usual delimitar-se as bacias sanitárias a serem esgotadas. Assim, dentro da área de projeto, foram divididas as sub-bacias de esgotamento, de acordo com a topografia local.

4.2. VISITA EM CAMPO

A visita em campo foi realizada pela equipe técnica da empresa Sanetal Engenharia, onde foram realizadas consultas aos órgãos públicos (Prefeitura Municipal, SAMAE, etc) para a aquisição de materiais pertinentes que auxiliassem na elaboração do projeto. Além disso, foi feita a verificação da região de estudo para a análise prévia da topografia local, possíveis locais de instalação de estações elevatórias, entre outros.

4.3. ESTUDO POPULACIONAL

O estudo populacional utilizado neste presente projeto foi realizado pela equipe técnica da empresa Sanetal Engenharia e disponibilizado para a elaboração do dimensionamento do sistema de esgotamento de Treviso.

Segundo a equipe, o método que mais se adequou foi o método da previsão.

A população em cada sub-bacia de esgotamento foi obtida por meio de levantamento dos domicílios contidos em cada área com auxílio do cadastro levantado pelo serviço de topografia e aplicada a taxa de ocupação atual definida no último Censo realizado pelo IBGE, 2010. A contagem foi realizada para cada uma das sub-bacias delimitadas, chegando-se aos valores de população atual dentro de cada área definida. De posse da população atual de cada área, foram então projetadas as populações futuras até o horizonte de projeto, aplicando-se a elas a taxa de crescimento anual definida para as projeções da população total.

A Tabela 13 indica a projeção da população total de Treviso para os anos seguintes até o horizonte de projeto, bem como as previsões para cada sub-bacia.

Tabela 13 - População Estimada Total e por Sub-bacia de Esgotamento

Ano	Sub-bacias				Total
	1A	2A	3A	4A	
2013	477	1.640	140	90	2.347
2014	487	1.675	143	92	2.397
2015	497	1.710	146	94	2.447
2016	507	1.745	149	96	2.497
2017	517	1.780	152	98	2.547
2018	527	1.815	155	100	2.597
2019	537	1.850	158	102	2.647
2020	547	1.885	161	104	2.697
2021	557	1.920	164	106	2.747
2022	567	1.955	167	108	2.797
2023	577	1.990	170	110	2.847
2024	587	2.025	173	112	2.897
2025	597	2.060	176	114	2.947
2026	607	2.095	179	116	2.997
2027	617	2.130	182	118	3.047
2028	627	2.165	185	120	3.097
2029	637	2.200	188	122	3.147
2030	647	2.235	191	124	3.197
2031	657	2.270	194	126	3.247
2032	667	2.305	197	128	3.297
2033	677	2.340	200	130	3.347
2034	687	2.375	203	132	3.397
2035	697	2.410	206	134	3.447
2036	707	2.445	209	136	3.497
2037	717	2.480	212	138	3.547
Saturação (100 anos)	2.075	7.175	609	392	10.251

Fonte: Sanetal Engenharia, 2012

4.4. TOPOGRAFIA

O levantamento topográfico do perímetro urbano de Treviso foi realizado por uma empresa terceirizada pela Sanetal Engenharia. A topografia do local foi disponibilizada em arquivo no formato .dwg, com todos os pontos georreferenciados, onde foram levantadas as cotas topográficas dos pontos ao longo dos arruamentos a cada 20 metros, através de um aparelho GPS.

Juntamente com as cotas, a empresa fez um levantamento das economias existentes na área urbana do município, bem como o cadastro de possíveis interferências na rede, como drenos, rios, pontes, etc.

4.4.1. Delimitação das Sub-bacias

Com base no levantamento topográfico, foi possível analisar criteriosamente a conformação das sub-bacias de esgotamento na área de projeto, onde se tomou como critério o maior aproveitamento possível do escoamento por gravidade e da maior abrangência de economias, sem que a rede aprofundasse mais do que o recomendado. Com conhecimento das cotas topográficas, foi possível identificar as áreas mais baixas do terreno, onde foram posicionadas as estações elevatórias do projeto.

4.5. CRITÉRIOS DE PROJETO PARA A CONCEPÇÃO DA REDE

4.5.1. Alcance do Projeto

O sistema foi projetado considerando um horizonte de projeto de 25 anos, compreendido entre os anos de 2013 a 2037, por se tratar de um período comumente utilizado em projetos de saneamento municipal. Este período está relacionado à durabilidade e vida útil das obras e equipamentos, e o período de amortização do capital investido na construção da obra. Além disso, leva-se em consideração às vazões que, à medida que o horizonte se expande, implicam em estações elevatórias maiores e com bombas mais potentes, encarecendo significativamente a implantação do sistema.

Para a definição da população de saturação, utilizou-se um horizonte de 100 anos. Este período é justificado pela vida útil das tubulações (PVC) e equipamentos de maior resistência.

4.5.2. Área de Abrangência

A área urbana a ser atendida pelo sistema de esgotos sanitários foi calculada em 2,02 km².

4.5.3. Vazão Mínima para o Dimensionamento Hidráulico

Para fins de cálculo, a vazão em um trecho nunca deverá ser inferior a 1,5 L/s, como preconiza a NBR 9.649/86.

4.5.4. Diâmetro Mínimo

Para a rede coletora, adotou-se como diâmetro mínimo 150 mm.

4.5.5. Declividades

As declividades mínimas e máxima foram determinadas respeitando os critérios de tensão trativa maior ou igual a 1,0 Pascal e velocidade máxima igual a 5,0 m/s, conforme apresentado e justificado anteriormente nos itens 3.5.1.3 e 3.5.1.4.

4.5.6. Altura da Lâmina D'água

Segundo Tsutiya e Sobrinho (2011), nas redes coletoras de esgotos, as tubulações são dimensionadas para funcionar com lâmina d'água de no máximo 75% do diâmetro da tubulação, destinando a parte superior dos dutos para a ventilação do sistema e como fator de segurança às imprevisões e flutuações excepcionais de nível dos esgotos. Deste modo, o valor máximo adotado para a lâmina d'água é de 75% do diâmetro do coletor.

4.5.7. Distância Máxima entre PV's

Conforme a NBR 9.649 (1986), o espaçamento entre PV, TIL e TL consecutivos deve ser limitado pelo alcance dos equipamentos de desobstrução e limpeza. Assim, foi adotada a distância máxima de 100 metros entre singularidades com o acesso aos equipamentos de desobstrução.

4.5.8. Coeficientes de Variação de Vazão

Para os coeficientes de variação de vazão, já que inexistem dados medidos em campo, foram adotados os valores preconizados pela norma NBR 9.649 (1986):

- K1: coeficiente de máxima vazão diária – 1,20
- K2: coeficiente de máxima vazão horária – 1,50
- K3: coeficiente de mínima vazão horária – 0,50

4.5.9. Coeficiente de Retorno

Foi adotado o valor previsto pela NBR 9.649 (1986), uma vez que, assim como preconiza a própria norma, não há dados medidos no município que caracterizem este valor. Assim, $C = 0,80$.

4.5.10. Consumo e Contribuição *per capita*

Utilizou-se o valor de consumo *per capita* de água definido pelo SAMAE do Município, o qual prevê um consumo *per capita* no valor $150,00 L_{\text{água}}/\text{hab.dia}$. Aplicando a este consumo a taxa de coeficiente de retorno de 0,80, obtém-se uma contribuição *per capita* de esgoto igual a $120,00 L_{\text{esgoto}}/\text{hab.dia}$, adotando-se, desta forma, o valor de $120,00 L_{\text{esgoto}}/\text{hab.dia}$.

4.5.11. Taxa de Infiltração

Conforme preconiza a NBR 9.649 (1986), dependendo das condições locais, o valor a ser adotado como taxa de infiltração deve estar entre 0,05 e 1,00 L/s.km. Assim, dentro destes limites, foi adotado para a taxa de infiltração o valor de 0,20 L/s.km.

4.5.12. Recobrimentos Mínimos

A profundidade mínima das valas foi determinada de modo a possibilitar que o recobrimento das tubulações atenda às condições de acordo com a Tabela 14.

Tabela 14 - Recobrimentos Mínimos

Tipo de pavimento	Recobrimento (m)
Valas sob passeio com meio-fio definido	0,65
Valas sob passeio sem meio-fio definido	0,90
Valas sob via pavimentada ou com greide definido por meio-fio e sarjeta	1,00
Valas sob via de terra ou com greide indefinido	1,20

Os recobrimentos da rede coletora serão de 0,90 m sob passeio sem meio fio e 0,65 m sob passeio com meio fio. Em ruas pavimentadas ou com greide definido, o recobrimento será de 1,00 m. Já em ruas não pavimentadas ou com greide indefinido, o recobrimento deverá ser de 1,20 m.

4.6. METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO – REDE COLETORA

A rede coletora foi dimensionada segundo a Norma Brasileira NBR 14.486/00 da ABNT.

A partir da verificação das alternativas de traçados mais convenientes, foram definidos os elementos de cálculo para o dimensionamento dos coletores. Os coletores e os trechos foram numerados de montante para jusante, determinando-se, para cada trecho, as cotas topográficas de montante e jusante, comprimento e contribuições de outros trechos. O dimensionamento foi realizado através do *software* SANCAD, visando à obtenção dos seguintes elementos:

Elementos Hidráulicos:

- Vazão;
- Velocidade;
- Cotas do nível d'água;
- Tensão trativa.

Elementos Construtivos:

- Cotas dos coletores;
- Profundidade;
- Recobrimento;
- Desníveis;
- Declividades;

- Seções.

A rede coletora foi dimensionada para a população de saturação e os coletores troncos e interceptores para a população de horizonte de projeto.

4.6.1. Etapas de Implantação

Tendo em vista que a área de projeto é relativamente pequena, quanto comparada à área urbana de municípios maiores, e possui significativa densidade populacional, é possível que o sistema de esgotamento sanitário seja inteiramente implantado em uma única etapa.

4.6.2. SANCAD

O software SANCAD é um sistema gráfico para projetos de redes coletoras de esgotos sanitários, onde o mesmo roda em conjunto com o AutoCAD.

Este aplicativo realiza o dimensionamento das canalizações de acordo com as normas brasileiras em vigor – NBR 9.649, e permite diversas simulações e ensaios. Como resultado, este software gera arquivos de dados, planilhas, plantas e ordens de serviço para execução.

O SANCAD realiza a verificação das condições hidráulicas de redes existentes e das redes simuladas, e ao final do dimensionamento, gera automaticamente os perfis longitudinais dos coletores.

Para o dimensionamento da rede através do Software SANCAD, foram adotados dados de entrada para o software, baseando-se nos critérios estabelecidos na NBR 9.649, a seguir pautados:

- Escoamento em regime uniforme e permanente;
- Diâmetro mínimo igual a 150 mm;
- Tensão trativa média para vazão inicial mínima igual a 1,0 Pa, o que garante a autolimpeza dos dutos;
- Valor de coeficiente de Manning igual a 0,013;
- A declividade de cada trecho da rede coletora não deve ser inferior à mínima admissível calculada;
- A declividade de projeto tem que ser inferior à declividade resultante em uma velocidade final $V_f = 5$ m/s;
- A lâmina d'água máxima para vazão final é igual a 75% do diâmetro do coletor;

- Recobrimento mínimo de 0,90 m para coletor assentado no leito carroçável ou 0,65 para coletor assentado no passeio.

Para contribuir para uma maior precisão dos resultados, fez-se o estaqueamento da rede simulada, tornando a simulação mais próxima à realidade. O estaqueamento da rede foi possibilitado pelas informações das cotas topográficas do terreno e dos coletores serem levantadas a cada 20 metros. Apesar de ser recomendado este tipo levantamento para a elaboração de projetos executivos, muitas empresas que realizam o serviço de topografia não o fazem, dificultando o trabalho dos projetistas e comprometendo a precisão e qualidade do projeto. Contribuindo ainda para uma maior precisão, foram colocados como dados de entrada os tipos de pavimentação correspondentes a cada trecho da rede, e cadastradas as interferências presentes.

Nas simulações realizadas no software, buscou-se a conformação da rede coletora que não excedesse a profundidade de 4,5 metros, tanto para as tubulações da rede, quanto para as estações elevatórias. Esta é a profundidade máxima recomendada pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

4.7. CRITÉRIOS DE PROJETO PARA A CONCEPÇÃO DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E LINHAS DE RECALQUE

4.7.1. Velocidade Máxima de Recalque

A velocidade máxima na tubulação de recalque da bomba não deverá exceder 3,0 m/s, ficando seu valor mínimo limitado a 0,60 m/s.

4.7.2. Perdas de Carga

Para o cálculo das perdas de carga nas linhas por recalque foi utilizada a Fórmula de Hazen-Williams conforme abaixo transcrita.

$$J = 0,0000135 \times C \times \left(\frac{V^{1,852}}{D^{1,167}} \right) \quad (17)$$

Sendo:

J = perda de carga unitária (m/m);

C = coeficiente de rugosidade;

V = velocidade (m/s);
D = diâmetro do tubo (m).

4.7.3. Tempo de Detenção Máximo

O tempo de detenção máximo do esgoto no poço úmido da estação de recalque será de 30 minutos. Isso se deve ao fato que após esse período ocorre a deposição de sólidos, a septicidade do material e a emanção de odores fétidos (CRESPO, 2011).

4.7.4. Intervalo Mínimo de Ligações do Conjunto Motobomba

O intervalo mínimo de tempo entre ligações consecutivas do conjunto motobomba será de 10 minutos, limitando em 6 o número de partidas da bomba por hora.

4.7.5. Cálculo do diâmetro da tubulação de recalque

Os emissários das estações de recalque foram dimensionados para atender a vazão máxima de bombeamento no final de plano. Adotando uma velocidade de 1,00 m/s no emissário de recalque, teremos:

$$A = \frac{Qb}{v} \quad (18)$$

Em que:

A = área transversal do tubo (m²);

Qb = vazão de bombeamento total (m³/s);

v = velocidade média no emissário adotada;

D = diâmetro da tubulação do emissário por recalque (m).

$$D^2 = \frac{A \times Qb}{v \times \pi} \quad (19)$$

Utilizando agora a Fórmula de Bresse para o cálculo do diâmetro do emissário para um valor de K = 1,20, teremos:

$$D = Q^{1/2} \times K \quad (20)$$

Foi estabelecido como diâmetro mínimo para as linhas de bombeamento o diâmetro de 63 mm.

4.7.6. Cálculo do volume útil do poço de sucção

O poço de sucção da estação de recalque será dimensionado considerando-se o intervalo de tempo entre partidas sucessivas do motor da bomba (tempo de ciclo (T), geralmente adota-se como valor 10 minutos) e a vazão máxima de bombeamento de final de plano na área de influência da sub-bacia projetada.

$$V_{\text{útil}} = \frac{Qb \times T}{4} \quad (21)$$

4.7.6.1. Altura útil do poço de sucção e submergência mínima

A altura útil do poço de sucção será:

$$V_{\text{útil}} = A \times H_{\text{útil}} \quad (22)$$

Onde:

$V_{\text{útil}}$ = volume útil do poço de sucção;

$H_{\text{útil}}$ = altura útil no poço de sucção;

A = área do poço de sucção, sendo que:

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} \quad (23)$$

$H_{\text{útil}} = \text{N.A. Máximo} - \text{N.A. Mínimo}$ (m)

$$H_{\text{útil}} = \frac{V_{\text{útil}}}{A} \quad (24)$$

A submergência mínima (S) deve ser tal que não permita vórtice, e também, mantenha a bomba afogada. A submergência mínima pode ser calculada pela fórmula seguinte:

$$S = 0,7245 \times V \times D^{1/2} \quad (25)$$

Onde:

v = velocidade na tubulação de recalque (m/s);

D = diâmetro interno da tubulação de recalque (m).

$$D = D_{externo} - (2 \times \text{espessura da parede}) \quad (26)$$

4.7.7. Cálculo do volume efetivo (V_{ef}) do poço de sucção

O volume efetivo (V_{ef}) do poço de sucção é o volume compreendido entre o fundo do poço e o nível médio operacional.

$$V_{ef} = \text{Área} \times \left(S_{\min} + \frac{H_{\text{útil}}}{2} \right) \quad (27)$$

4.7.8. Ciclo de funcionamento (T)

O ciclo de funcionamento (T) em uma estação de recalque de esgoto corresponde ao intervalo de tempo entre duas ligações consecutivas da bomba, e compreende a soma de dois tempos parciais: tempo de subida (t_s) e tempo de descida (t_b).

$$T = t_s + t_b \quad (28)$$

Os valores de T, t_s e t_b são dados em minutos.

O tempo de subida (t_s) corresponde ao tempo que o esgoto leva para subir desde o nível mínimo até o nível máximo de operação, ou seja, corresponde ao tempo em que a bomba permanece parada.

$$t_{s,\text{início}} = \frac{V_{\text{útil}}}{Q_{\min}} \quad (29)$$

$$t_{s,\text{final}} = \frac{V_{\text{útil}}}{Q_{\max}} \quad (30)$$

O tempo de bombeamento (t_b):

$$t_{b,\text{início}} = \frac{V_{\text{útil}}}{Q_{\text{bomb}} - Q_{\min}} \quad (31)$$

$$t_{b,\text{final}} = \frac{V_{\text{útil}}}{Q_{\text{bomb}} - Q_{\max}} \quad (32)$$

4.7.9. Cálculo do tempo de detenção hidráulico médio ($\text{TDH}_{\text{médio}}$)

O tempo de detenção é um parâmetro muito importante, uma vez que a permanência excessiva do esgoto bruto no poço de sucção

acarretará emissão de gases, danificando a estrutura e o equipamento, além de poder criar sérios problemas ao operador. O tempo de detenção hidráulica máximo ($TDH_{máximo}$) ocorre quando se tem a vazão mínima afluente à estação de recalque, a qual segundo a Norma Técnica da ABNT NBR 12.208/92 pode ser tomada igual à vazão média de início de funcionamento do sistema de esgotos sanitários.

O tempo de detenção hidráulica médio ($TDH_{médio}$, em minutos), pela hipótese mais desfavorável, corresponderá à vazão média mínima afluente (Q_{min} – em m^3/min) ao poço de sucção, que é igual à vazão média diária de início de funcionamento do sistema de esgotos sanitários.

$$TDH_{médio} = \frac{V_{ef}}{Q_{min}} \quad (33)$$

4.7.10. Cálculo da altura manométrica (H_m)

O cálculo da altura manométrica se dá pela seguinte equação:

$$H_m = h_g + h_f \quad (34)$$

Onde:

h_g = desnível geométrico (m);

h_f = perdas de carga (m).

$$h_f = h_{fl} + h_{fc} \quad (35)$$

Onde:

h_{fl} = perdas de carga localizadas (m);

h_{fc} = perdas de carga contínuas (m).

4.7.11. Cálculo do desnível geométrico (H_g)

O desnível geométrico máximo (h_{gmax}) é a diferença entre a cota da geratriz superior da tubulação de recalque (emissário) no ponto de chegada e a cota do nível mínimo de água no poço de sucção da estação de recalque.

$$h_{gmax} = CGSI \text{ (tubo recalque)} - NA \text{ mínimo} \quad (36)$$

Já o desnível geométrico mínimo (h_{gmin}) é a diferença entre a cota da geratriz superior da tubulação de recalque (emissário) no ponto de chegada e a cota do nível máximo de água no poço de sucção da estação de recalque.

$$h_{gmin} = CGSI \text{ (tubo recalque)} - NA \text{ máximo} \quad (37)$$

4.7.12. Cálculo das perdas de carga (hf)

As perdas de carga localizadas (h_{fl}) foram calculadas utilizando a expressão:

$$h_{fl} = \sum K \frac{v^2}{2g} \quad (38)$$

Onde:

K = coeficiente de perda de carga para as peças;

v = velocidade média em m/s na tubulação de recalque;

g = aceleração da gravidade = 9,81 m²/s.

As perdas contínuas foram calculadas pela expressão:

$$h_{fc} = L \times J \quad (39)$$

Onde:

L = extensão da linha de recalque (emissário);

J = perda de carga unitária em m/m para C = 150 (tubos de PEAD).

Logo, as perdas totais (h_f) são calculadas somando as perdas contínuas e localizadas, conforme equação 40:

$$h_f = h_{fl} + h_{fc} \quad (40)$$

4.7.13. Altura manométrica (H_m)

Altura Manométrica Máxima (H_{mmax}):

$$Hmmax = Hgmax + hf \quad (41)$$

Altura Manométrica Mínima (H_{mmin}):

$$H_{mmin} = H_{gmin} + hf \quad (42)$$

A potência total consumida é dada pela expressão:

$$P = \frac{Q \times H_m}{75 \times \eta} \quad (43)$$

Onde:

P = potência total consumida pelo sistema de bombeamento (CV);

Q = vazão recalçada (L/s);

H_m = altura manométrica (m);

η = rendimento do conjunto motobomba = 45% (Adotado – bombas submersíveis).

4.8. METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO – ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E EMISSÁRIOS DE RECALQUE

As estações de recalque têm como função conduzir os esgotos coletados nas sub-bacias projetadas e lançar em poços de visita de outras sub-bacias à jusante. Essa transferência é realizada por condutos forçados, denominados emissários de recalque.

O projeto de uma instalação de recalque compreende o dimensionamento das tubulações de recalque e de sucção, com o consequente cálculo da potência do conjunto elevatório. O dimensionamento das estações de recalque foi efetuado de acordo com o que prevê a Norma Técnica da ABNT NBR 12.208/92 (Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário – Procedimento). Para o dimensionamento das estações elevatórias, utilizou-se o *software* EXCEL, já para as linhas de recalque, foi utilizado o *software* CRede.

A pressão mínima adotada nos emissários de recalque foi de 2 m.c.a., para evitar entupimentos e deposição do material sedimentável, e a pressão máxima foi adotada como de 60 m.c.a, devido à tubulação adotada.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. CONFORMAÇÃO DAS SUB-BACIAS DE ESGOTAMENTO

Após a análise criteriosa da topografia da área urbana do município de Treviso, e de diversas simulações no *software* SANCAD, o sistema de esgotamento sanitário foi dividido em quatro sub-bacias, denominadas: SB-01, SB-02, SB-03 e SB-04; onde todas serão implantadas em primeira etapa, como pode ser visualizada na Figura 9.

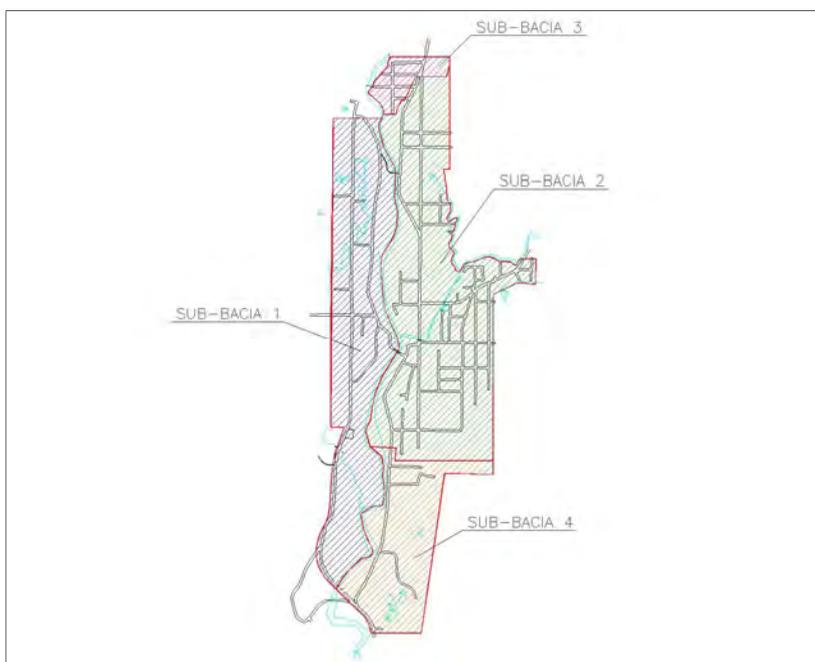


Figura 9 - Delimitação das Sub-bacias

Inicialmente, o sistema projetado terá condições de atender uma população inicial de 2.347 habitantes, podendo chegar até 3.547 habitantes no final do período de projeto. A Figura 10 apresenta o fluxograma do sistema para a concepção básica.

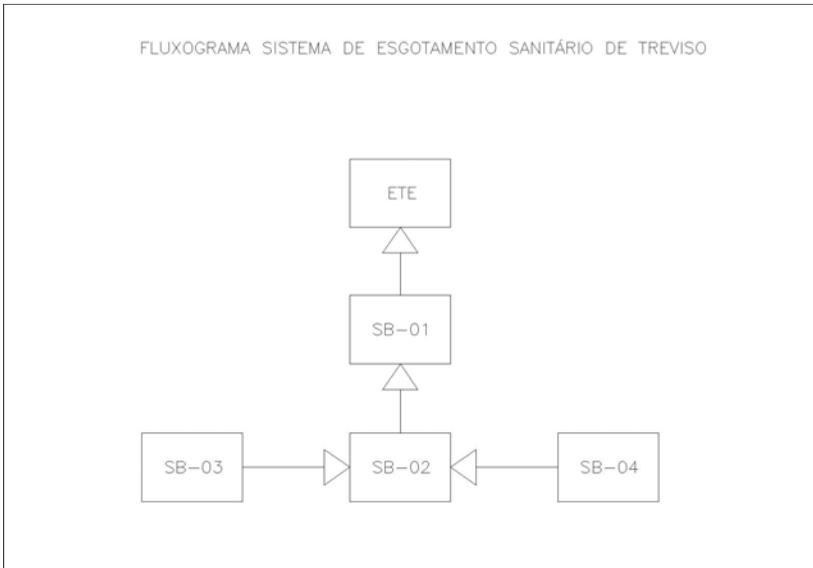


Figura 10 - Fluxograma do SES de Treviso

- A sub-bacia SB-01 recebe os esgotos da SB-02;
- A sub-bacia SB-02 recebe contribuição das sub-bacias SB-03 e SB-04.

Todo o esgoto proveniente da sub-bacia SB-01 deverá ser encaminhado para a estação de tratamento de esgotos a ser implantada no município.

Os traçados das redes coletoras de cada sub-bacia, bem como o posicionamento das estações elevatórias, podem ser visualizados de maneira ilustrativa nas figuras a seguir. As plantas da rede com maior detalhamento estão presentes nos anexos deste estudo. Todo escoamento é realizado como condutos livres, sendo respeitados todos os critérios recomendados de declividade, tensão trativa e profundidade da rede.

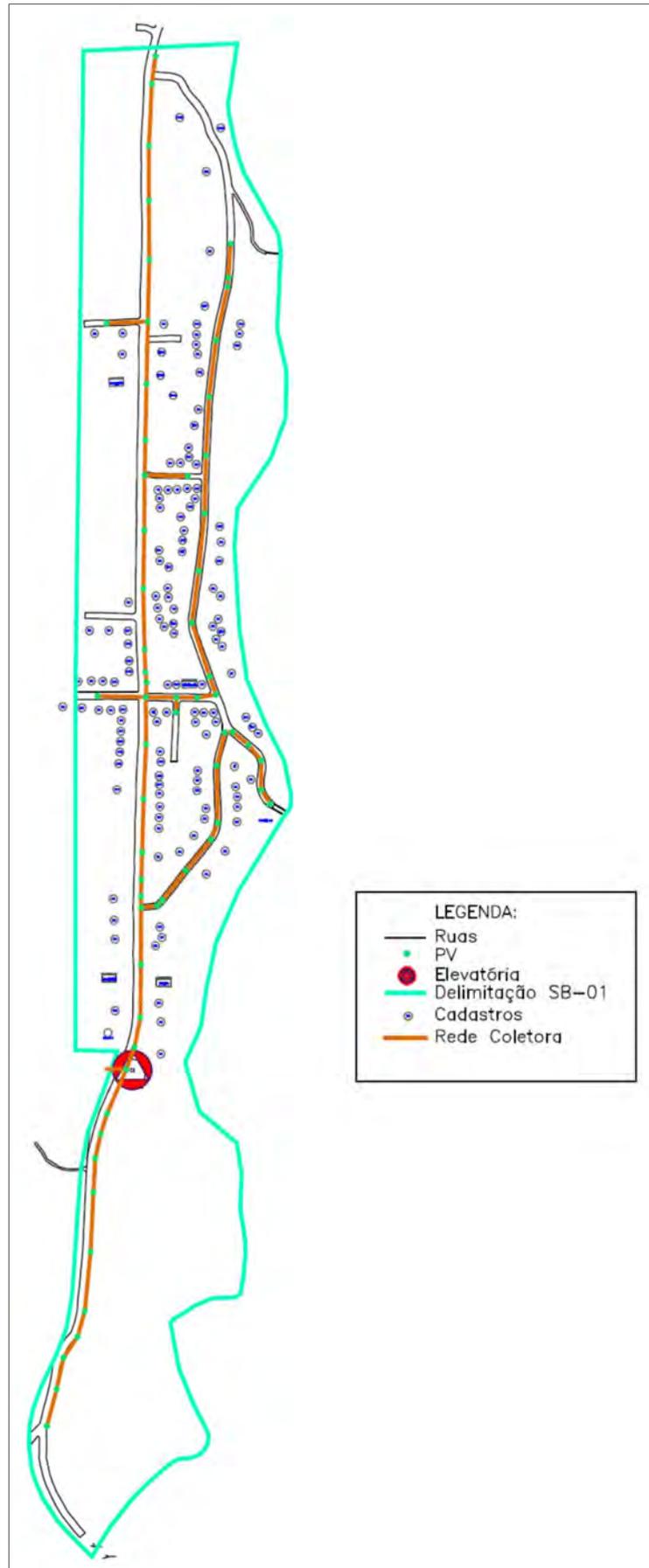


Figura 11 - Traçado Rede Coletora - SB-01



Figura 12 - Traçado Rede Coletora - SB-02

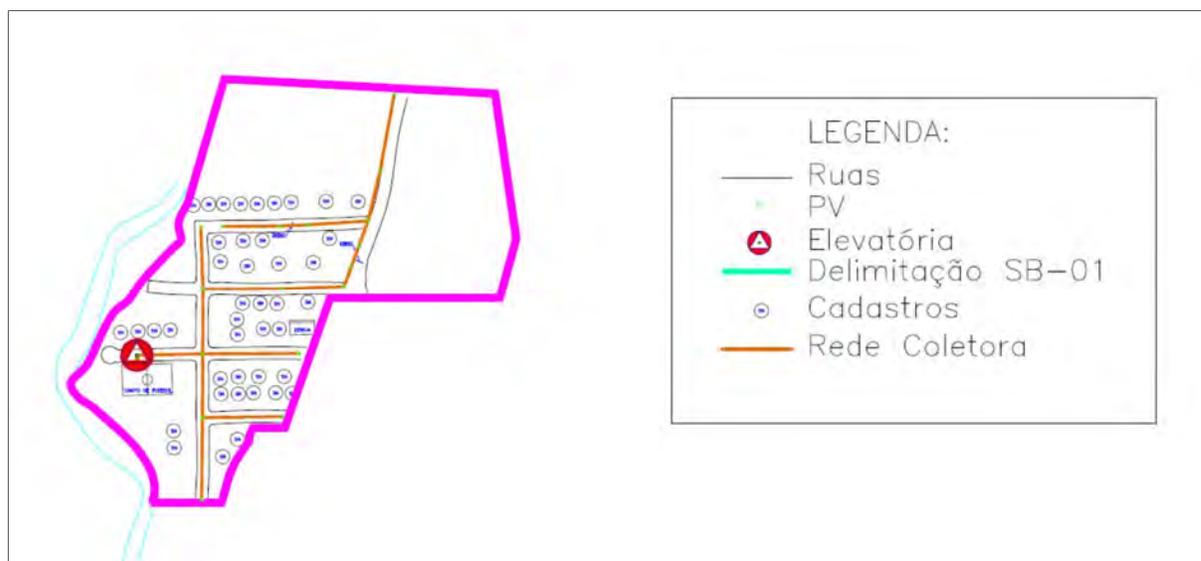


Figura 13 - Traçado da Rede Coletora - SB-03

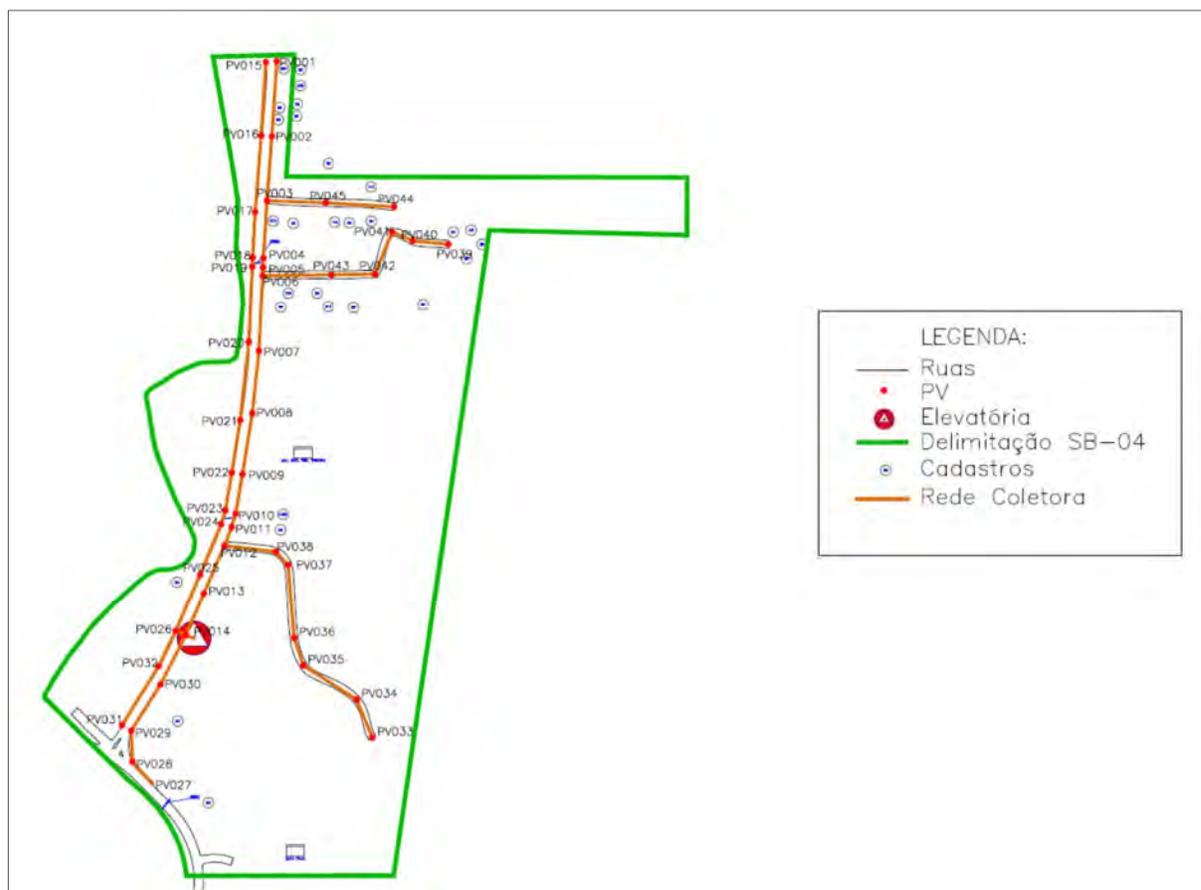


Figura 14 - Traçado da Rede Coletora - SB-04

A Tabela 15 relaciona de maneira sucinta a área, quantidade de arruamento e economias de cada sub-bacia.

Tabela 15 - Resumo do Sistema

Sub-bacia	Área Total (ha)	Área APP (ha)	Vias (Km)	Área útil (ha)	Cadastros
1A	68,10	19,74	4,02	37,09	144
2A	92,62	15,05	10,82	62,23	495
3A	6,59	1,15	0,99	4,35	42
4A	36,31	5,06	2,71	25,24	27
Total	203,62	40,99	18,53	128,91	708,00

A área útil de cada sub-bacia foi calculada através da subtração das áreas de APP (Área de Preservação Permanente) e das áreas correspondentes aos arruamentos à área total da sub-bacia. O número de cadastros por cada sub-bacia foi determinado pela contagem de economias a partir do serviço de topografia, o qual fez o levantamento dos cadastros da área urbana do município.

A Tabela 16 abaixo sintetiza as informações do atendimento ao número de habitantes de cada sub-bacia, bem como a extensão final da rede coletora.

Tabela 16 - Sub-bacias de Esgotamento da Rede Coletora de Treviso

Sub-bacia	Área (ha)	Pop. atendida início de plano (2013)	Pop. atendida final de plano (2037)	Pop. de saturação	Extensão da rede final de plano (m)
01	68,10	477	717	2.075	4.019,96
02	92,62	1.640	2.480	7.175	10.817,77
03	6,59	140	212	609	988,40
04	36,31	90	138	392	2.706,99
TOTAL	203,62	2.347	3.547	10.251	18.533,12

5.2. VAZÕES DE PROJETO

As vazões de infiltração foram calculadas utilizando o coeficiente de 0,20 L/s.km. Este coeficiente, multiplicado pelas extensões de rede coletora, fornece como resultado as vazões de infiltração que deverão

ser adicionadas às vazões de esgoto calculadas conforme mencionado anteriormente. A Tabela 17 discrimina as vazões de infiltração das sub-bacias de esgotamento.

Tabela 17 - Vazões de Infiltração das Sub-bacias de Esgotamento

Sub-bacia	Extensão (m)	Infiltração
SB-01	4.019,96	0,80
SB-02	10.817,77	2,16
SB-03	988,40	0,20
SB-04	2.706,99	0,54

De posse das vazões de infiltração, foram determinadas as vazões médias, máximas e mínimas de cada sub-bacia ao longo do período de projeto, conforme a Tabela 18.

Tabela 18 - Vazões Totais das Sub-bacias de Treviso

Sub-bacia 01					
Ano	População	Vazão (L/s)			
		Média	Máx. Diária	Máx. Hor.	Mínima
2013	477	1,47	1,60	2,00	1,14
2017	517	1,52	1,67	2,10	1,16
2021	557	1,58	1,73	2,20	1,19
2025	597	1,63	1,80	2,30	1,22
2029	637	1,69	1,87	2,40	1,25
2033	677	1,74	1,93	2,50	1,27
2037	717	1,80	2,00	2,60	1,30
Saturação	2.075	3,69	4,26	5,99	2,24

Sub-bacia 02					
Ano	População	Vazão (L/s)			
		Média	Máx. Diária	Máx. Hor.	Mínima
2013	1.640	4,44	4,90	6,26	3,30

2017	1.780	4,64	5,13	6,61	3,40
2021	1.920	4,83	5,36	6,96	3,50
2025	2.060	5,02	5,60	7,31	3,59
2029	2.200	5,22	5,83	7,66	3,69
2033	2.340	5,41	6,06	8,01	3,79
2037	2.480	5,61	6,30	8,36	3,89
Saturação	7.175	12,13	14,12	20,10	7,14

Sub-bacia 03

Ano	População	Vazão (L/s)			
		Média	Máx. Diária	Máx. Hor.	Mínima
2013	140	0,39	0,43	0,55	0,29
2017	152	0,41	0,45	0,58	0,30
2021	164	0,43	0,47	0,61	0,31
2025	176	0,44	0,49	0,64	0,32
2029	188	0,46	0,51	0,67	0,33
2033	200	0,48	0,53	0,70	0,34
2037	212	0,49	0,55	0,73	0,34
Saturação	609	1,04	1,22	1,72	0,62

Sub-bacia 04

Ano	População	Vazão (L/s)			
		Média	Máx. Diária	Máx. Hor.	Mínima
2013	90	0,67	0,69	0,77	0,60
2017	98	0,68	0,70	0,79	0,61
2021	106	0,69	0,72	0,81	0,62
2025	114	0,70	0,73	0,83	0,62
2029	122	0,71	0,74	0,85	0,63
2033	130	0,72	0,76	0,87	0,63
2037	138	0,73	0,77	0,89	0,64
Saturação	392	1,09	1,19	1,52	0,81

Como as sub-bacias SB-01 e SB-02 recebem contribuição das demais sub-bacias, as mesmas possuem vazões acumuladas, conforme mostrado na Tabela 19.

Tabela 19 - Vazões Acumuladas

Sub-bacia 01				
Ano	Vazão (L/s)			
	Média	Máx. Diária	Máx. Hor.	Mínima
2013	6,97	7,62	9,57	5,34
2017	7,24	7,95	10,07	5,48
2021	7,52	8,28	10,57	5,61
2025	7,80	8,62	11,07	5,75
2029	8,08	8,95	11,57	5,89
2033	8,36	9,28	12,07	6,03
2037	8,63	9,62	12,57	6,17
Saturação	17,95	20,79	29,33	10,81

Sub-bacia 02				
Ano	Vazão (L/s)			
	Média	Máx. Diária	Máx. Hor.	Mínima
2013	5,50	6,02	7,58	4,20
2017	5,72	6,29	7,98	4,31
2021	5,94	6,55	8,38	4,42
2025	6,17	6,82	8,78	4,53
2029	6,39	7,09	9,18	4,65
2033	6,61	7,35	9,58	4,76
2037	6,83	7,62	9,98	4,87
Saturação	14,26	16,53	23,34	8,57

Em anexo, podem ser verificadas as planilhas contendo as tubulações da rede coletora dimensionadas. Como nenhuma tubulação extrapolou o diâmetro de 400 mm, toda a rede coletora será implantada com o material PVC.

5.3. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E LINHAS DE RECALQUE

As localizações propostas para as estações elevatórias, bem como os emissários, podem ser visualizadas nas Figura 15, 16, 17 e 18.

- EE-1: A estação elevatória 1 estará localizada Rod. SC-444, distante a aproximadamente 160 metros da igreja do município.

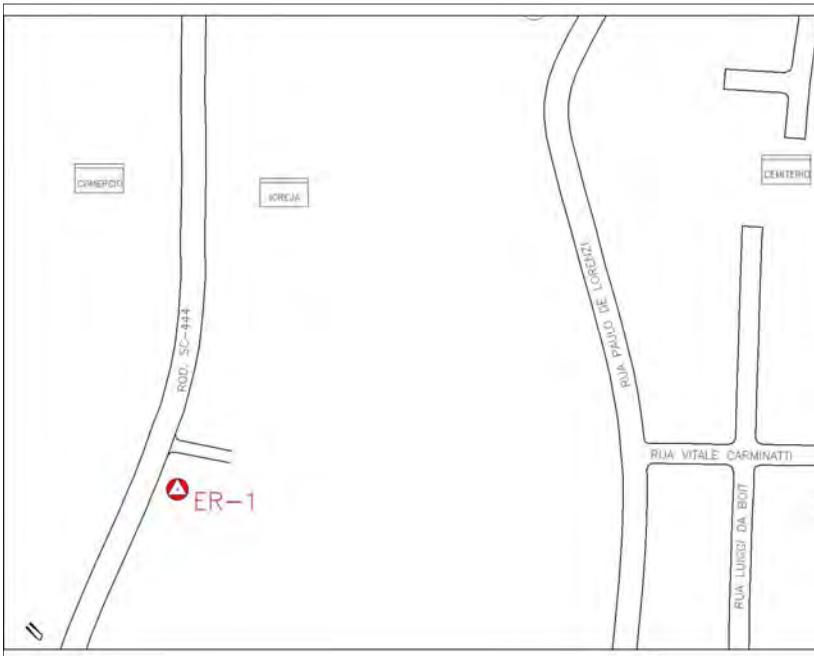


Figura 15 - Localização EE-1

- EE-2: A estação elevatória 2 estará localizada na Rua Paulo de Lorenzi, distante a aproximadamente 180 metros da Praça Cavaleiro Benjamin Scussel.

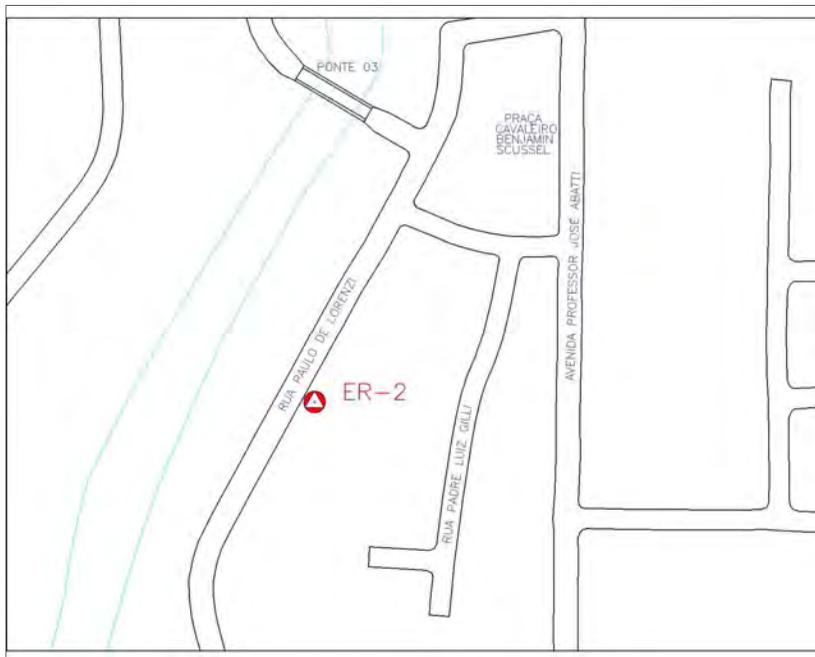


Figura 16 - Localização EE-2

- EE-3: A estação elevatória 3 estará localizada na Rua Genova, ao lado de um campo de futebol.

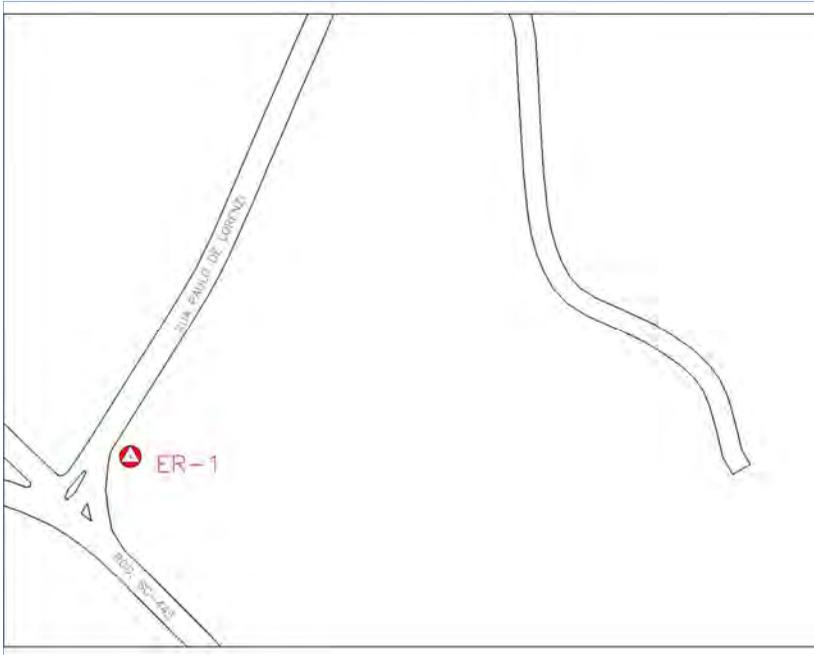


Figura 17 - Localização EE-3

- EE-4: A estação elevatória 4 estará localizada próxima à ligação entre a Rua Paulo de Lorenzi e a Rod. SC-445.

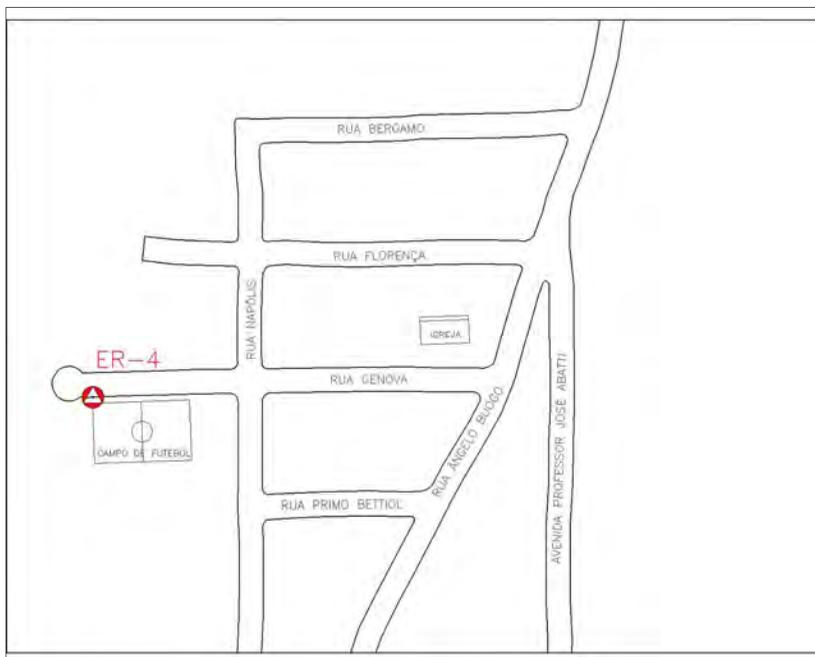


Figura 18 - Localização EE-4

A visualização geral das localizações das estações elevatórias e suas linhas de recalque é apresentada na Figura 19.

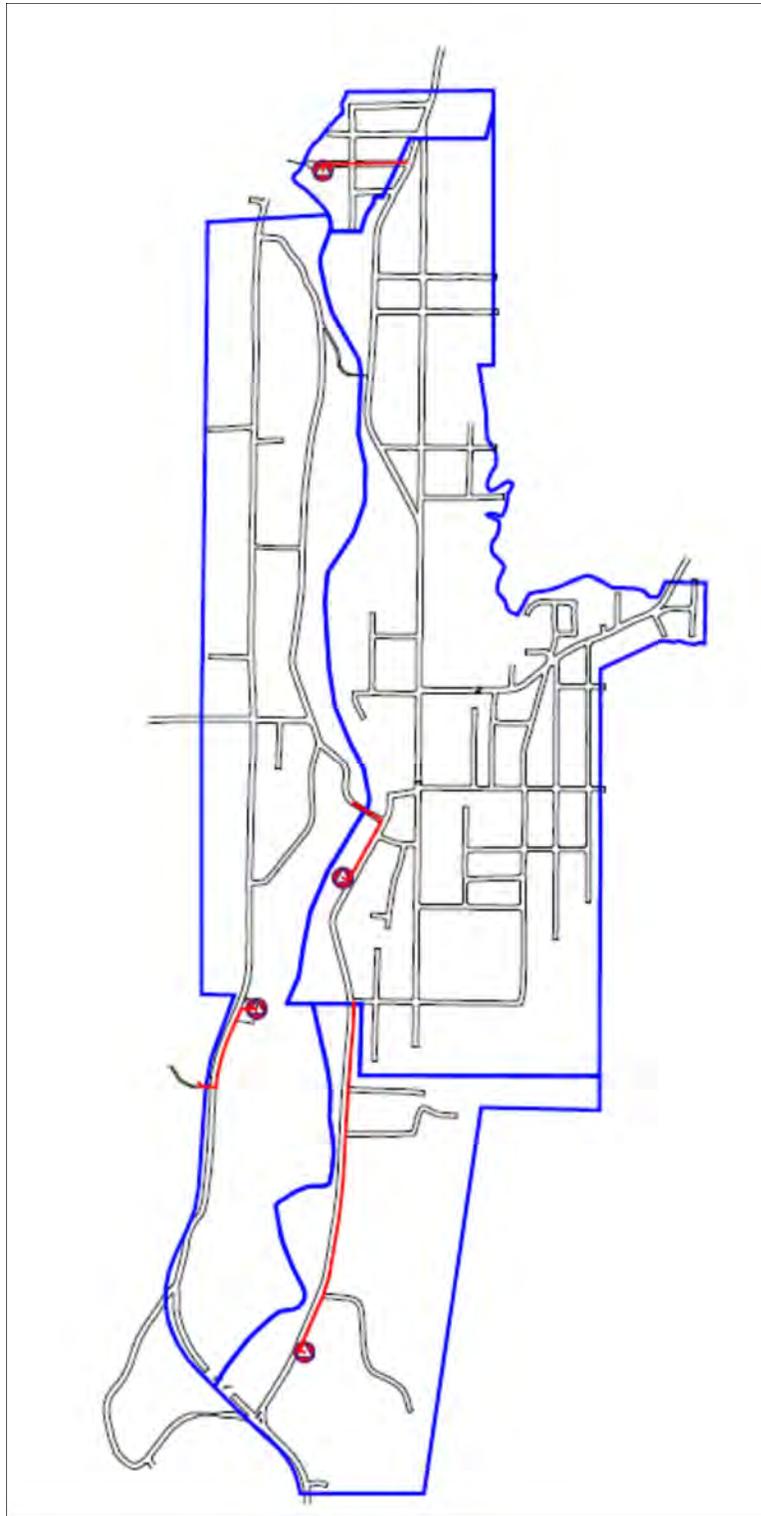


Figura 19 - Localização Geral das Estações Elevatórias e Linhas de Recalque

As extensões dos trechos de cada linha de recalque estão descritas na Tabela 20.

Tabela 20 - Extensão dos Emissários

Sub-bacia	Extensão do Emissário (m)
SB-01	256,85
SB-02	235,53
SB-03	195,33
SB-04	784,78

As vazões contribuintes das sub-bacias à montante, conforme o fluxograma de escoamento apresentado, foram inseridas na simulação do SANCAD como vazões pontuais nos poços de visita correspondentes, como apresentado na Tabela 21, com as informações de chegada e saída de cada linha de recalque.

Tabela 21 - Informações de Chegada e Saída dos Emissários

ER	Informações da rede coletora – Chegada			Informações do Emissário - Saída		
	Vem PV nº	DN Cheg. (mm)	Prof. Cheg. (m)	Vai p/ PV nº	Trecho	Lançamento
ER-1	PV025	250	1,84		ETE	
ER-2	PV027	200	2,61	PV043	007-001	SB-01
ER-3	PV010	150	2,28	PV002	001-002	SB-02
ER-4	PV014	150	3,31	PV163	036-005	SB-02

Devido às vazões máximas de recalque serem menores do que 50 L/s, as estações elevatórias são classificadas como pequenas (TSUTIYA e SOBRINHO, 2011).

A Tabela 22 informa as profundidades máximas alcançadas pela rede coletora de esgoto de cada sub-bacia, informando o comprimento do trecho com profundidade mais elevada, bem como a profundidade de chegada dos coletores nas estações de recalque.

Tabela 22 - Informações Profundidades Máximas da Rede Coletora e Estações Elevatórias

Sub-bacia	Profundidade Máx. Rede	Trecho	Ext. Trecho	Profundidade Estação Elevatória
SB-01	4,17 m	002-003	91,9 m	1,84 m
SB-02	4,16 m	029-002	49,51 m	2,61 m
SB-03	5,29 m	004-002	61,98 m	2,28 m
SB-04	4,07 m	005-005	23,20 m	3,31 m

Através da análise da Tabela 22, pode-se observar que a profundidade da sub-bacia SB-03 extrapolou o limite recomendado de 4,5 m. A sub-bacia SB-03 apresenta um grande desnível de aproximadamente 7,0 m em seu terreno quando próximo ao rio Mãe Luzia, sendo este o trecho responsável pelo aprofundamento excessivo da rede coletora. Contudo, optou-se por atender esse trecho, devido ao fato da alta densidade de economias existentes nesta região. Caso este trecho não fosse atendido, as economias ficariam desprovidas de coleta de esgoto, restringindo seu tratamento ao sistema individual ou rudimentar. Tendo em vista a proximidade com o corpo hídrico, e à possibilidade de contaminação do lençol freático e do próprio rio diretamente, devido a qualquer tipo de negligência na construção ou manutenção dos tanques sépticos, escolheu-se atender a região com a rede de coleta, beneficiando a segurança ambiental.

As planilhas com o dimensionamento da rede coletora, das estações elevatórias e das linhas de recalque encontram-se em anexo, bem como os perfis das linhas de recalque.

6. CONCLUSÕES

Neste trabalho realizou-se a elaboração de uma alternativa viável técnica e economicamente para implantação da rede coletora para sistema de esgotamento sanitário para o município de Treviso/SC. A opção por realizar este estudo se deve ao fato do município não possuir um sistema de esgotamento sanitário, sendo que o esgoto gerado é lançado em corpo receptor sem tratamento algum, deixando a população exposta a possíveis contaminações, prejudicando sua qualidade de vida e comprometendo as condições ambientais locais.

Com base em revisões bibliográficas e materiais e informações recolhidas nos órgãos públicos do município, foi possível diagnosticar a situação de Treviso nos diversos aspectos importantes para a elaboração de um estudo de concepção.

Com o apoio de um levantamento topográfico de qualidade, realizou-se o traçado da rede coletora e a delimitação das sub-bacias de esgotamento com confiabilidade e segurança. Por conseguinte, foi permitida a verificação de possibilidade de aquisição perante a Prefeitura Municipal dos terrenos onde as estações elevatórias seriam implantadas.

Em relação ao dimensionamento da rede coletora, vale aqui ressaltar a importância do *software* SANCAD como ferramenta para o auxílio e rapidez no dimensionamento. Além de respeitar as normas em vigor, o *software* possibilita diversas entradas de dados para aproximar as simulações da realidade, aumentando a confiabilidade dos resultados apresentados.

Com base nos estudos, pode-se concluir que os resultados dos dimensionamentos do sistema de esgoto atenderam as normas vigentes de projeto e o sistema atenderá a população urbana do município de Treviso nos próximos 25 anos, sem a necessidade de ampliações neste período.

Por fim, conclui-se que este estudo serve como importante suporte para o posterior projeto executivo e implantação deste sistema de esgotamento no município, contribuindo para o avanço da infraestrutura de saneamento básico em Treviso e, conseqüentemente, para a melhoria da qualidade de vida e a recuperação do meio ambiente.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABES- Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental/SC. *Saneamento em Santa Catarina X Investimento Pac*, 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. (s.d.). *HidroWeb*. Acesso em 2012, disponível em Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>

ARAÚJO, R. de. *O Esgoto Sanitário*. In: NUVOLARI, A. (coord.). *Esgoto Sanitário, Coleta Transporte, Tratamento e Reúso Agrícola*. São Paulo: FATEC-SP CEETEPS, 2003, 520p.

ARRETCHE, M. T. S. *Saneamento Básico*. Acesso em 2012, disponível em: <<http://www.tecsi.fea.usp.br/eventos/Contecsi2004/>>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.207. (1989). *Projeto de Interceptor de Esgotos*. ABNT, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12208. (1992). *Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário - Procedimento*. ABNT, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13133. *Execução de Levantamento Topográfico*. ABNT, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7362-1. (2005: Versão Corrigida 2007). *Sistemas enterrados para condução de esgoto. Parte 1: Requisitos para tubos de PVC com junta elástica*. ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7362-2. (1999). *Sistemas enterrados para condução de esgoto. Parte 2: Requisitos para tubos de PVC com parede maciça*. ABNT, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9648. *Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário*. ABNT, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9649. (1986). *Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário - Procedimento*. ABNT, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9814. (1987). *Execução de Rede Coletora de Esgoto Sanitário - Procedimento*. ABNT, 1987.

BRASIL. (2005). *Resolução CONAMA Nº 357. 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*. Acesso em 2012, disponível em Conselho Nacional do Meio Ambiente: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano.cfm?codlegitipo=3>>

BELLI FILHO, B.; SOARES, H. M.; MATIAS, W. G.; PINTO; R. O.; CHARGAS, A.; CASTILHO JR, A. B. *Digestão Anaeróbia de Resíduos Sólidos Orgânicos e Lodo de Tanque Séptico*. Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 2002.

BRASIL. (s.d.). *IBGE. Cidades*. Acesso em 18 de Janeiro de 2010, disponível em IBGE Cidades: www.ibge.gov.br/cidades/topwindow.htm?1

BRITO, D. R. *Mecânica dos Solos – Fundações*. DRB – Acessoria Educacional, 2010, 32p.

CETESB. (1980). Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. *Drenagem Urbana*. DAEE/CETESB.

COMPARINI, J.B.; SOBRINHO, P.A. *Contribuição ao estudo de vazões de esgoto sanitário em comunidades de pequeno porte*. In: SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1., Rio de Janeiro, 1992. Anais. Rio de Janeiro. p.18-30, v.2, tomo3.

CRESPO, P. G. *Elevatório nos sistemas de esgoto*. Belo Horizonte, UFMG, 2001.

DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA. (2011). *DEINFRA*. Acesso em 2012, disponível em Departamento Estadual de Infraestrutura: <http://www.deinfra.sc.gov.br/jsp/informacoes_sociedade/downloadMapas.jsp>

DOMINGUES, F. A. A. - *Topografia e astronomia de posição para engenheiros e arquitetos*. Editora McGraw-Hill do Brasil, 1979, São Paulo/SP, 403p.

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. *Manual de saneamento*. Brasília, 3ª edição, 2006.

HANAI, F. Y.; CAMPOS, J.R. *Avaliação da Infiltração na Rede Coletora de Esgotos na Bacia do Ribeirão do Ouro da Cidade de Araraquara-SP*. In: 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Foz do Iguaçu, set. 1997, 14p.

MARQUES, E. C. *Da higiene à construção da cidade: O Estado e o Saneamento no Rio de Janeiro*. História, Ciências, Saúde – Manguinhos, vol.II, n.2, p.51-67, 1995.

METCALF & EDDY. *Wastewater Engineering: Wastewater engineering – treatment, disposal and reuse*. 3rd ed. New York, McGraw-Hill, 1991, 1334 p.

MUNICÍPIO DE TREVISÓ. (2012). *Minuta do Plano Diretor Participativo do Município de Trevisó*. Trevisó.

MUNICÍPIO DE TREVISÓ. (2011). *Minuta do Plano Municipal de Saneamento Básico*. Trevisó.

MUNICÍPIO DE TREVISÓ. (2012). *SAMAE. Danco de Dados Operacionais*. Trevisó: Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto.

NUVOLARI, A. *Esgoto Sanitário – coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola*. Editora Edgard Blücher, São Paulo, Brasil, 2ª edição, 2011, 565 p.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *5 steps for planning and evaluating world water day activities*. World Health Organization, 2008.

Projeto PROSAB. *Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final* / Cleverson Vitório Andreoli (coordenador). Curitiba, 2001. 282 p.

REZENDE, S. C; HELLER. L. *O saneamento no Brasil: políticas e interfaces*. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

SEBRAE/SC. *Santa Catarina em Números*. Florianópolis, 2010.

SIGRH - Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br>>. Acessado em: ago. 2012.

SNIS - Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento. *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos*, Ministério das Cidades, 2010.

TSUTIYA, M. T., & SOBRINHO, P. A. *Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário*. 3ª edição. Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011, 548 p.

TSUTIYA, M. T., & SOBRINHO, P. A. *Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário*. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. D. *Drenagem Urbana*. ABRH/UFRGS. Porto Alegre, 1995, 428p.

TUCCI, C.E.M. *Inundações e Drenagem Urbana*. In: TUCCI, C.E.M.; BERTONI, J.C. (org). *Inundações Urbanas*, Porto Alegre: ABRH/ Editora da UFRGS, 2003.

UAEC – Unidade Acadêmica de Engenharia Civil. *Evolução dos Sistemas de Esgotamento*. Acesso em 2012, disponível em:<<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Historia.html>>

VON SPERLING, M. *Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, Volume 1: Introdução À Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 3ª Edição.* Belo Horizonte, Minas Gerais: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2005.