

KATHERINE MIORANDO

**COMPARAÇÃO DE DIFERENTES MATERIAIS NO
PROJETO DE UMA REDE COLETORA DE ESGOTO PARA O
MUNICÍPIO DE ÁGUA SANTA - RS**

KATHERINE MIORANDO

**COMPARAÇÃO DE DIFERENTES MATERIAIS NO
PROJETO DE UMA REDE COLETORA DE ESGOTO PARA O
MUNICÍPIO DE ÁGUA SANTA - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia
Ambiental e Sanitária da Universidade de
Passo Fundo.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Simone Fiori

Passo Fundo

2022

KATHERINE MIORANDO

**COMPARAÇÃO DE DIFERENTES MATERIAIS NO PROJETO DE UMA REDE
COLETORA DE ESGOTO PARA O MUNICÍPIO DE ÁGUA SANTA - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia
Ambiental e Sanitária da Universidade de
Passo Fundo, como requisito para obtenção
do título de Engenheiro (a) Ambiental e
Sanitarista.

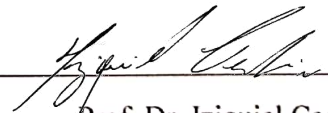
Orientador (a): Prof.^a Dr.^a Simone Fiori

BANCA EXAMINADORA



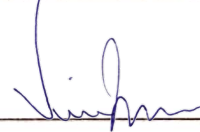
Orientador: Prof.^a Dr.^a Simone Fiori

Universidade de Passo Fundo



Prof. Dr. Iziquiel Cecchin

Universidade de Passo Fundo



Prof. Me. Vinicius Scortegagna

Universidade de Passo Fundo

Passo Fundo

2022

MIORANDO, Katherine. Comparação de diferentes materiais no projeto de uma rede coletora de esgoto para o município de Água Santa - RS. 2022. 115 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo. 2022.

RESUMO

Ao longo dos anos, o saneamento básico passou a ser um direito da população, tornando obrigatória a existência de um sistema de esgotamento sanitário nas residências. Entretanto, muitos municípios, especialmente de pequeno porte, ainda carecem desse sistema, dispendo os esgotos de maneira incorreta, resultando no surgimento de diversas doenças. Dessa forma, o presente trabalho visou identificar como ocorre o esgotamento sanitário no município de Água Santa - RS, através do Plano Municipal de Saneamento Básico e do site da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, e, posteriormente, dimensionar uma rede coletora, do tipo separador absoluto, para parte do município através de metodologias convencionais. Além disso, foi realizado o dimensionamento da mesma rede coletora utilizando o sistema 100% PVC, sendo que, a realização dos cálculos e dimensionamento do projeto, foram com o auxílio do software AutoCAD e do Microsoft Excel, e, por fim, realizou-se uma comparação dos diferentes materiais empregados e avaliação de custos. A determinação da área de estudo foi feita com os softwares ArcGIS e Global Mapper, onde foram delimitadas as bacias de contribuição da área urbana e escolhida a bacia com maior número de economias para a concepção da rede coletora, já a projeção populacional foi realizada através de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Como resultado, concluiu-se que no município não há rede coletora de esgotos e que parte da população urbana destina de forma incorreta. Ainda, no dimensionamento, verificou-se que a rede coletora com tecnologia 100% PVC, torna-se mais viável técnica e economicamente.

Palavras-chaves: Rede coletora de esgoto. Sistema convencional. Sistema 100% PVC.

MIORANDO, Katherine. Comparison of different materials in the design of a sewage collection network for the municipality of Água Santa - RS. 2022. 115 f. Completion of course work (Environmental and Sanitary Engineering) - University of Passo Fundo, Passo Fundo. 2022.

ABSTRACT

Over the years, basic sanitation has become a right of the population, making it mandatory to provide a sewage system for the buildings. However, many municipalities, especially small ones, still lack this system, disposing of sewage incorrectly, resulting in the emergence of various diseases. Thus, the present work aimed to identify how sanitary sewage occurs in the municipality of Água Santa - RS, through the Municipal Plan for Basic Sanitation and the website of the National Agency for Water and Basic Sanitation, and, subsequently, to dimension a collection network, call of sanitary sewers system, for part of the municipality through conventional methodologies. In addition, the sizing of the same collection network was carried out using the 100% PVC system, and the calculations and sizing of the project were carried out with the aid of AutoCAD software and Microsoft Excel, and, finally, a comparison of the different materials used and cost evaluation. The study area was determined using ArcGIS and Global Mapper software, where the contribution basins of the urban area were delimited and the basin with the highest number of economies was chosen for the design of the collection network, while the population projection was carried out through data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). As a result, it was concluded that there is no sewage collection network in the municipality and that part of the urban population disposes of it incorrectly. Still, in the sizing, it was verified that the collection network with 100% PVC technology, becomes more technically and economically viable.

Key-words: Sewer collection network. Conventional system. 100% PVC system.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação do Sistema Separador Absoluto.....	20
Figura 2: Representação do Sistema Unitário.	21
Figura 3: Representação esquemática do tratamento individual por tanque séptico proposto pela NBR 7229/1993 (ABNT, 1993).....	22
Figura 4: Conjunto de componentes de um sistema convencional.....	23
Figura 5: Sistema condominial.....	24
Figura 6: Tipos de ramal condominial.....	24
Figura 7: Rede perpendicular.	25
Figura 8: Rede em leque.....	26
Figura 9: Rede radial ou distrital.	26
Figura 10: Localização da rede coletora na via pública.	29
Figura 11: Localização de Água Santa no Rio Grande do Sul.	42
Figura 12: Localização do município nas Bacias Hidrográficas.	43
Figura 13: Perímetro urbano de Água Santa.	44
Figura 14: Fluxograma da metodologia de pesquisa.	45
Figura 15: Destino do esgoto na área urbana de Água Santa.	50
Figura 16: Destino do lodo de tanque séptico na área urbana de Água Santa.....	51
Figura 17: Índice de atendimento de esgotamento sanitário em Água Santa no ano de 2013.	52
Figura 18: Bacia com maior número de economias.	53
Figura 19: Projeção populacional pelos métodos aritmético, geométrico e curva logística.....	55
Figura 20: Contribuições especiais na bacia de estudo.	57
Figura 21: Traçado da rede com tecnologia tradicional.	58
Figura 22: Traçado da rede com tecnologia 100% PVC.	59
Figura 23: Perfil do trecho 11-2 com tecnologia tradicional.....	60
Figura 24: Localização da estação elevatória a jusante dos trechos 1-6, 1-5 e 10-2.	61
Figura 25: Perfil do trecho 1-6 com tecnologia 100% PVC.....	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Sistemas de atendimento do esgoto no Brasil.	19
Quadro 2: Disposições construtivas para uso dos órgãos acessórios.	27
Quadro 3: Parâmetros de projeto adotados para o sistema tradicional e o sistema 100% PVC.	48
Quadro 4: Profundidade mínima considerada para diferentes diâmetros da tubulação.	49
Quadro 5: População urbana de Água Santa conforme o IBGE.	53
Quadro 6: Projeção populacional pelos métodos aritmético, geométrico e curva logística.	55
Quadro 7: Vazões, comprimentos e taxas obtidas no dimensionamento da rede com tecnologia tradicional.	59
Quadro 8: Resumo do dimensionamento com tecnologia tradicional.	61
Quadro 9: Vazões, comprimentos e taxas obtidas no dimensionamento da rede com tecnologia tradicional.	62
Quadro 10: Resumo do dimensionamento com tecnologia 100% PVC.	63
Quadro 11: Estimativa orçamentária total da rede coletora com tecnologia tradicional e 100% PVC.	65
Quadro 12: Comparação da tecnologia tradicional e 100% PVC.	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Alturas mínimas de degrau.	28
Tabela 2: Projeção populacional pelo Método Aritmético.	54
Tabela 3: Projeção populacional pelo Método Geométrico.	54
Tabela 4: Projeção populacional pelo Método da Curva Logística.	54
Tabela 5: Estimativa populacional de início e final de plano na área de estudo	56
Tabela 6: Contribuições singulares consideradas no trabalho.	57
Tabela 7: Estimativa orçamentária da tubulação para a tecnologia tradicional e 100% PVC..	64
Tabela 8: Estimativa orçamentária dos órgãos acessórios para a tecnologia tradicional e 100% PVC.	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CORSAN – Companhia Riograndense de Saneamento

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

OMS – Organização Mundial da Saúde

ODS – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico

SEMA – Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

UBS – Unidade Básica de Saúde

TIL – Tubo de inspeção e limpeza

TL – Terminal de limpeza

PV – Poço de visita

CP – Caixa de passagem

TQ – Tubo de queda

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos	12
1.1.1 Objetivo Geral	12
1.1.2 Objetivos Específicos	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Saneamento Básico	13
2.1.1 Saneamento no Brasil	15
2.2 Esgotamento Sanitário	17
2.2.1 Sistemas Coletivos	18
2.2.2 Sistemas Individuais	21
2.2.3 Sistema convencional e condominial	22
2.2.4 Traçado da rede	25
2.2.5 Elementos acessórios da rede	26
2.2.6 Localização da tubulação	29
2.2.7 Material da rede coletora	30
2.2.8 Tecnologias de sistema de coleta e transporte de esgoto	30
2.3 Critérios de projeto	31
2.3.1 População da área de projeto	31
2.3.2 Consumo per capita de água	33
2.3.3 Coeficientes	34
2.3.4 Taxa de infiltração	34
2.3.5 Vazões de dimensionamento	34
2.3.6 Taxa de contribuição linear	36
2.3.7 Diâmetro mínimo	38
2.3.8 Declividade mínima	38
2.3.9 Declividade máxima	39
2.3.10 Lâmina de água máxima	40
2.3.11 Velocidade crítica	40
2.3.12 Raio Hidráulico em função de Y/D	41
2.3.13 Demais critérios	41
3 MATERIAIS E MÉTODOS	42
3.1 Local de estudo	42
3.2 Metodologia	44

3.2.1 Situação atual da área de estudo.....	46
3.2.2 Análise de topografia e bacias de escoamento	46
3.2.3 Estudo populacional	47
3.2.4 Resumo dos cenários considerados no estudo.....	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	50
4.1 Caracterização do sistema de esgotamento sanitário de Água Santa	50
4.2 Análise topográfica e delimitação das bacias de contribuição.....	52
4.3 Projeção populacional e população de projeto.....	53
4.4 Contribuições singulares consideradas no estudo.....	57
4.5 Dimensionamento da rede coletora de esgoto	58
4.5.1 Dimensionamento com tecnologia tradicional.....	59
4.5.2 Dimensionamento com tecnologia 100% PVC	62
5.6 Estimativa orçamentária das alternativas em estudo.....	64
5.6.1 Orçamento da tubulação	64
5.6.2 Orçamento dos órgãos acessórios	65
5.6.3 Custo total	65
5.7 Comparação das tecnologias tradicional e 100% PVC	66
5.8 Análise final do estudo.....	67
5 CONCLUSÕES.....	68
REFERÊNCIAS	70
APÊNDICES	73
ANEXOS	112

1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico tem como objetivo garantir a saúde e o bem-estar da população, através de medidas de distribuição de água potável de qualidade, sistemas de coleta e tratamento de esgoto, drenagem urbana e coleta e destinação final dos resíduos sólidos. Portanto, é fundamental garantir o acesso a esses serviços.

Dados históricos revelam que nem sempre houve preocupação com o saneamento, em especial com o esgotamento sanitário. No entanto, o aparecimento de diversas doenças, que ocasionaram a morte de milhares de pessoas, e a poluição de recursos naturais, evidenciou a necessidade de buscar alternativas para garantir a saúde da população e a qualidade do meio ambiente através da coleta, tratamento e destino correto dos esgotos sanitários.

Atualmente, o saneamento básico se encontra entre os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e, no Brasil, a Lei nº 14.026/2020 traz metas para que até o final de 2033 seja garantida a universalização, ao alcançar 90% da população brasileira com coleta e tratamento dos esgotos gerados.

Entretanto, para alcançar esse objetivo, será necessário ultrapassar diversas barreiras existentes, pois, no Brasil, a porcentagem de atendimento com coleta e tratamento de esgotos é bastante desigual nas regiões do país. Assim como, o atendimento desse sistema varia conforme o porte das cidades, além de outros fatores.

Portanto, não só deve se garantir acesso a esses serviços, mas, também, devem ser de qualidade e operar de forma a gerar menos poluentes e resíduos possível. Dessa forma, a concepção de redes coletoras com sistema separador absoluto é fundamental para a população, visto que evitam o lançamento inadequado em cursos d'água, impedindo a contaminação dos mesmos e o surgimento de doenças relacionadas ao mau sistema de esgotamento.

Contudo, este trabalho buscou identificar como ocorre o esgotamento sanitário no município de Água Santa – RS, delimitar as bacias de contribuição da área urbana e dimensionar uma rede coletora de esgoto para a área delimitada do estudo. O dimensionamento foi realizado com duas tecnologias, a tradicional e a 100% PVC, de forma a identificar e comparar os resultados obtidos devido a alteração dos parâmetros de projeto adotados para cada alternativa e, ainda, contempla com a avaliação dos custos relacionados aos materiais utilizados para a rede coletora em cada cenário.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é elaborar um estudo de concepção de uma rede coletora de esgoto sanitário em parte da área urbana do Município de Água Santa – Rio Grande do Sul.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar a situação atual do sistema de esgotamento sanitário municipal na área urbana;
- Analisar a topografia do município e definir as bacias de esgotamento sanitário;
- Realizar o dimensionamento da rede coletora de esgoto com material tradicional em parte do perímetro urbano do município de Água Santa;
- Dimensionar a mesma rede coletora com a utilização de um material alternativo;
- Analisar os custos materiais em cada um dos cenários;
- Comparar os resultados obtidos nas duas situações de estudo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Saneamento Básico

Atualmente, o saneamento básico é reconhecido mundialmente como uma importante estratégia para garantir a saúde da população e se encontra na agenda internacional entre os dezessete Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), do qual o Brasil também faz parte (ARGENTON, 2020).

Ainda, no Brasil o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição e regulamentado pela Lei Nacional das Diretrizes do Saneamento Básico (LNDSB) (Lei 11.445/2007) (ARGENTON, 2020). Tal Lei foi atualizada em 2020 pela Lei nº 14.026/2020, a qual define saneamento básico como sendo um conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

De acordo com Cavinatto (2003), a questão do saneamento básico surgiu, a partir do momento em que os povos deixaram de ser nômades para praticar desmatamento, agricultura e formar aldeias, onde, iniciou-se, também, a acumulação de lixos, esgotos e outros detritos, favorecendo o surgimento de epidemias e contaminando recursos hídricos, visto que na época não haviam sanitários.

Com o aumento da população, os povos da antiguidade precisaram desenvolver projetos avançados de engenharia de condução e armazenamento de água para evitar a escassez (CAVINATTO, 2003). Na Mesopotâmia foram construídos canais de irrigação na planície, situada entre os rios Tigre e Eufrates, já em Nipur (Babilônia), havia coletores de esgoto deste 3.750 a.C. (AZEVEDO NETTO, 2015).

Segundo Tochetto (2021), durante a Idade Antiga (antes de 476 a.C.), as populações aprenderam que a água suja e o acúmulo de lixos disseminavam doenças, sendo necessário desenvolver técnicas para obtenção de água própria para consumo e dar um destino para os resíduos, surgindo, assim, a ideia de saneamento.

Na cidade de Roma, foi construído o primeiro sistema de esgoto planejado e implantado no mundo, a Cloaca Máxima de Roma. Esta construção é referente ao século VI a.C. e é considerada “o primeiro sistema de esgoto planejado e implantado no mundo”, o qual “recebia parte dos esgotos domésticos das áreas adjacentes ao fórum Romano e propiciava a drenagem superficial de uma área bem maior, essencial para o controle da malária.” (SOBRINHO; TSUTIYA, 2011).

A situação dos hábitos de higiene foi agravada pelo crescimento industrial no final do século XVIII, isso porque, nessa época, muitas pessoas que moravam no campo foram levadas para as cidades como mão de obra às indústrias. Ainda, como não havia infraestrutura adequada nessas cidades, tal migração resultou em problemas para a saúde pública e para o meio ambiente (CAVINATTO, 2003).

Além disso, com o crescimento desenfreado das indústrias, os serviços de saneamento básico não acompanhavam essa expansão, resultando em um período com graves epidemias, como a cólera e a febre tifoide, que são transmitidas pela água contaminada e fizeram milhares de vítimas (CAVINATTO, 2003).

Segundo Cavinatto (2003), essa situação levou os governantes a investir recursos na área médica, de forma a entender os processos de transmissão de doenças pela água e outros meios contaminados, fazendo com que países realizassem reformas sanitárias, como, por exemplo, a instalação de descargas líquidas, que transportavam os detritos para as canalizações de águas pluviais.

Azevedo Netto *et al.* (1983 *apud* SOBRINHO; TSUTIYA, 2011), afirma que os primeiros sistemas de esgoto nos Estados Unidos e na Europa foram construídos apenas para a coleta e transporte de águas pluviais e que somente em 1815 foi autorizado o lançamento de efluentes domésticos nas galerias pluviais em Londres, tornando essa prática obrigatória apenas em 1847.

Apesar de solucionar os problemas domésticos, devido à grande quantidade de esgoto lançada nos rios, essa prática acabou espalhando mau odor e doenças para toda a cidade, assim como, os efluentes de indústrias contribuíram para agravar a poluição ambiental (CAVINATTO, 2003).

“Essa situação obrigou as populações a procurar soluções de saneamento para tratar os esgotos sanitários e abastecer os centros urbanos com águas de boa qualidade. O desenvolvimento da ciência e da tecnologia permitiu que fontes contaminadas se tornassem potáveis após tratamento. Atualmente, existem métodos diversificados para que o esgoto e o lixo não afetem a saúde e o meio ambiente.” (CAVINATTO, 2003).

Entre 2000 e 2017, 1,8 bilhão de pessoas tinham acesso a pelo menos serviços básicos de água, sendo que a população que carecia desses serviços, diminuiu de 1,1 bilhão para 785 milhões. Entretanto, no ano de 2017, 144 milhões de pessoas ainda usavam água de superfície (WHO/UNICEF, 2019 *apud* ARGENTON, 2020).

Referindo-se aos serviços de esgotamento sanitário, em 2017, 74% da população mundial (5,5 bilhões) tinha acesso ao serviço, um aumento de 18% comparado ao ano de 2000 (WHO/UNICEF, 2019 *apud* ARGENTON, 2020).

2.1.1 Saneamento no Brasil

Segundo Lima (2013), “os serviços públicos de saneamento básico passaram a ter o seu mais importante marco regulatório contemporâneo a partir da Lei federal nº 11.445/2007, por meio da qual a União estabeleceu diretrizes gerais para o setor, inclusive para a política federal de saneamento básico”. Essa Lei, conhecida como Marco Legal do Saneamento Básico, surgiu para preencher a “lacuna de abrangência nacional no saneamento que havia desde a extinção do PLANASA” (LOBO, 2016).

“Com a edição da Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 (LNSB) foram instituídas diretrizes nacionais para o saneamento básico, estabelecendo-se, que a matéria compreende o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de (i) abastecimento de água potável, (ii) esgotamento sanitário, (iii) limpeza urbana e manejo das águas pluviais urbanas (art. 3º).” (HOSKEN, 2021).

Além disso, a Lei foi regulamentada pelo Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010, trazendo conceitos e diretrizes para o setor. Ressalta-se que o saneamento demanda altos investimentos, sendo que nem sempre os municípios terão recursos para instalação e/ou ampliação do serviço, especialmente municípios menores, que tendem a ser prejudicados na “corrida pela universalização” (HOSKEN, 2021).

Outro fato importante, foi o estabelecimento do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) e o Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento Básico (SNIS) (HOSKEN, 2021).

De acordo com o Manual de Atuação do Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro (2019), o SNIS apresenta informações públicas e acessíveis via internet, sendo que seus dados são “essenciais para o diagnóstico das condições da prestação dos serviços, para caracterização da demanda e da oferta, para monitoramento e avaliação de resultados, para o planejamento e regulação do setor [...]” (HOSKEN, 2021). Ainda, “as informações divulgadas no portal do SNIS são coletadas anualmente e autodeclaradas por prestadores de serviços ou por órgãos municipais responsáveis pela gestão dos serviços”.

Após profundos debates provocados pelas medidas provisórias editadas a partir de 2018, MP nº 844 e a MP nº 868, foi aprovada a Lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020, o novo Marco Legal do Saneamento Básico (HOSKEN, 2021).

“Essa lei reestruturou de modo amplo o setor de saneamento básico tendo privilegiado a concessão, em suas diferentes formas, da prestação dos serviços para iniciativa privada, por meio de licitação, inclusive podendo participar as empresas estaduais de saneamento básico” (HOSKEN, 2021).

A Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, define, em seu Art. 3º e §I, saneamento básico como sendo um conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de:

- Abastecimento de água potável: constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição;
- Esgotamento sanitário: constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até sua destinação final para produção de água de reuso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente;
- Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana; e
- Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes.

Ainda, em seu Artigo 11-B, define que os prestadores de serviços públicos deverão definir metas de universalização, para que, até 31 de dezembro de 2033, 99% da população tenha acesso a água potável e 90% da população tenha coleta e tratamento de esgotos. Além

disso, devem ser definidas metas quantitativas de não intermitência do abastecimento, de redução de perdas e de melhorias dos processos de tratamento (BRASIL, 2020).

Segundo Hosken (2021), a maior participação da iniciativa privada posta pelo novo marco legal, tem como meta “possibilitar a injeção de recursos privados para suprir todos os investimentos necessários para atingir a tão sonhada universalização”.

De acordo com o Diagnóstico Temático – Visão Geral do SNIS, no Brasil no ano de 2020, o índice de atendimento total de água com redes públicas de abastecimento de água era de 84,1%, com índice de atendimento de 93,4% no meio urbano; já quanto ao esgotamento sanitário, as redes de esgoto abrangiam 55% da população total e 63,2% da população urbana, sendo que do total de esgoto gerado, apenas 50,8% eram tratados e do esgoto coletado, 79,8% era tratados (SNIS, 2021).

Entretanto, o atendimento é bastante desparelho nas regiões do país. Conforme dados do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos (2017 *apud* ARGENTON, 2020), a macrorregião sudeste concentra os maiores índices de atendimento total com rede de água e coleta de esgotos, com 91,3% e 78,6%, respectivamente. Em contrapartida, a macrorregião norte apresenta os piores índices, com 57,5% de atendimento com rede de água e 10,2% de atendimento com rede de coleta de esgotos.

2.2 Esgotamento Sanitário

Segundo a Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020, o esgotamento sanitário corresponde a todas as infraestruturas e instalações necessárias para a coleta, o transporte, o tratamento e a disposição final adequada dos esgotos sanitários, “desde as ligações prediais até sua destinação final para produção de água de reuso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente” (BRASIL, 2020).

A NBR 9648/1986 (ABNT, 1986), define esgoto sanitário como “despejo líquido constituído de esgotos domésticos e industriais, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária”.

Segundo Tochetto (2021), os sistemas de esgotamento sanitário são um “conjunto de condutos que têm por objetivo coletar, transportar, tratar e dispor o esgoto de forma adequada, atendendo parâmetros relacionados ao meio ambiente e a saúde pública, com reflexos diretos na sociedade e no meio ambiente”. Ainda, ressalta que, o sistema só será considerado eficiente se houver “coleta e remoção rápida e segura dos agentes poluidores dos efluentes, prevendo sua

disposição final de forma a eliminar ou diminuir doenças de veiculação hídrica, proporcionando melhoria das condições de conforto e bem estar da população”.

De acordo com Von Sperling (2005), os esgotos domésticos são os principais constituintes do esgoto sanitário e contem, aproximadamente, 99,9% de água. E é devido a fração de 0,1% restante que os esgotos precisam ser tratados, isso porque possuem sólidos inorgânicos, suspensos e dissolvidos, assim como, microrganismos.

A NBR 8160/1999 (ABNT, 1999), afirma que “o sistema predial de esgoto sanitário deve ser separador absoluto em relação ao sistema predial de águas pluviais, ou seja, não deve existir nenhuma ligação entre os dois sistemas”. Ainda, reforça que a disposição final do efluente deve ser feita em rede pública de coleta de esgoto sanitário, quando existir, caso não haja, deve ser disposto em um sistema particular de tratamento, sendo que o mesmo deve estar de acordo com a normalização brasileira pertinente.

Entretanto, diversos países, incluindo desenvolvidos, utilizam sistema unitário ou misto, onde as águas servidas, ou seja, o esgoto, e as águas pluviais são coletadas na mesma tubulação (TOCHETTO, 2021).

2.2.1 Sistemas Coletivos

Entre os sistemas coletivos de coleta e tratamento de esgotos estão o sistema separador absoluto, o sistema unitário e o sistema misto, sendo que a diferença entre eles está no conteúdo transportado (TOCHETTO, 2021).

Para Von Sperling (2005), o sistema coletivo é indicado para locais de alta densidade populacional, como meios urbanos. Ainda complementa que, a solução “consiste em canalizações que recebem o lançamento dos esgotos, transportando-os ao seu destino final, de forma sanitariamente adequada”.

De acordo com a NBR 9649/1986 (ABNT, 1986), os componentes das redes coletoras de esgoto são os seguintes:

- Ligação predial: trecho do coletor predial compreendido entre o limite do terreno e o coletor de esgoto;
- Coletor de esgoto: tubulação receptora da contribuição de esgoto dos coletores prediais em qualquer ponto ao longo de seu comprimento;
- Coletor principal: coletor de maior extensão dentro de uma bacia;
- Coletor tronco: tubulação que só recebe contribuição de esgoto de outros coletores;

- Emissário: tubulação que recebe esgoto exclusivamente na extremidade montante;
- Rede coletora: conjunto constituído por ligações prediais, coletores de esgoto e órgãos acessórios;
- Trecho: segmento de coletor, coletor tronco, interceptor ou emissário, compreendido entre singularidades sucessivas.

Além desses componentes, para a construção da rede coletora pode ser necessária a construção de estações elevatórias, as quais são responsáveis por conduzir o esgoto de uma cota mais baixa para outra mais elevada (SOBRINHO; TSUTIYA, 2011).

Por fim, o sistema de coleta deve conter uma estação de tratamento de esgoto (ETE), a qual é responsável pela depuração do esgoto a níveis aceitáveis para seu posterior lançamento em um corpo hídrico receptor (TOCHETTO, 2021).

De acordo com o Atlas Esgotos da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), atualmente no Brasil, tem-se o sistema de atendimento de esgotamento sanitário apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Sistemas de atendimento do esgoto no Brasil.

Sistema de Atendimento	Porcentagem (%)
Solução Individual	12,03
Coletado e não tratado	18,2
Não coletado e não tratado	26,33
Coletado e tratado	43,45

Fonte: Adaptado da ANA (2022).

2.2.1.1 Sistema Separador absoluto

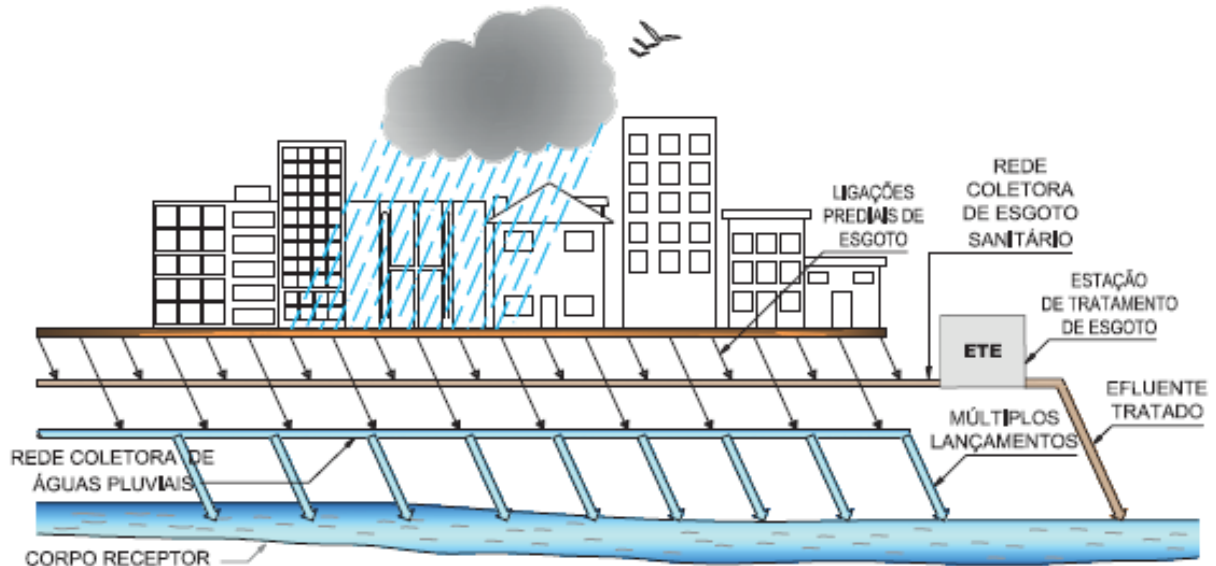
A NBR 9648/1986 (ABNT, 1986) define o sistema separador absoluto como um “conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar, somente esgoto sanitário, a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro”.

Esse sistema conduz as águas residuárias para estações de tratamento de esgoto, enquanto as águas pluviais são direcionadas para córregos e arroios (TOCHETTO, 2021).

Segundo Sobrinho e Tsutiya (2011), o sistema separador absoluto apresenta diversas vantagens, como, por exemplo, o emprego de tubulações com diâmetro menor e a possibilidade do uso de tubos mais baratos.

A Figura 1 representa o sistema separador absoluto.

Figura 1: Representação do Sistema Separador Absoluto.



Fonte: Adaptado de Barros (1995 *apud* BRASIL, 2019).

2.2.1.2 Sistema Unitário

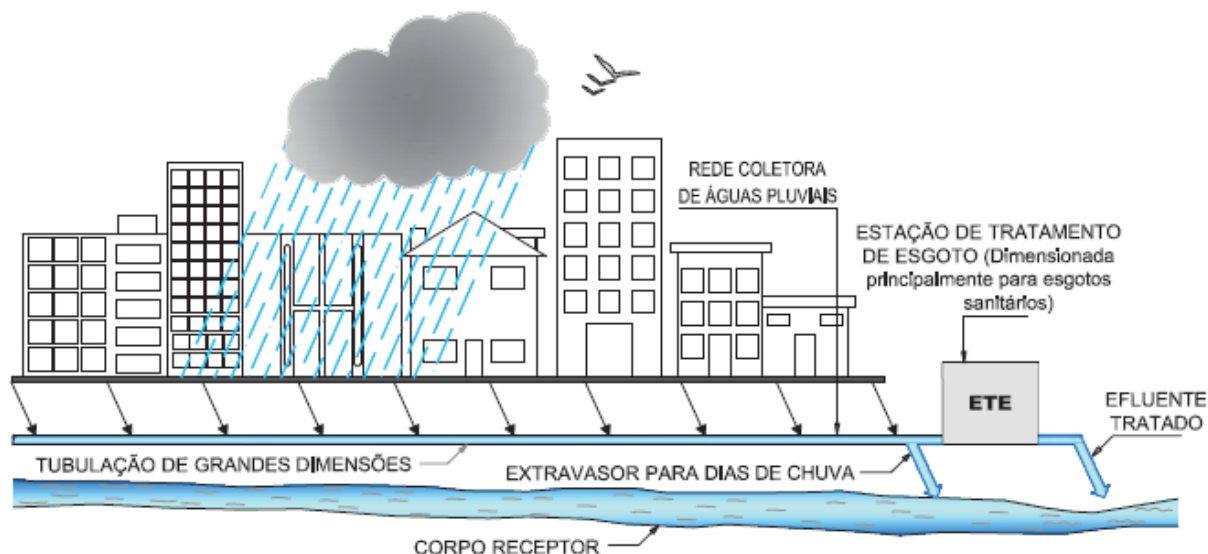
O sistema unitário ou combinado conduz o esgoto sanitário e a água da chuva por uma mesma canalização (VON SPERLING, 2005).

De acordo com Sobrinho e Tsutiya (2011), o sistema unitário tem melhor desempenho em regiões frias e subtropicais, com baixo índice de pluviosidade, atendendo cidades com ruas pavimentadas e com bom nível econômico, que permita assegurar recursos financeiros importantes para obras públicas.

Segundo Tochetto (2021), apesar de esse sistema existir em alguns locais, em países tropicais, como o Brasil, “a variação de vazão existente entre as estações chuvosa e de estiagem implicaria em uma rede subutilizada em boa parte do ano”, visto que a dimensão da rede seria muito maior, tornando inviável a instalação de um sistema unitário. Além disso, em períodos de baixa precipitação, esse sistema pode ocasionar odores. Por conta desses fatores, no Brasil o sistema oficial é o separador absoluto, conforme a Norma Brasileira ABNT 8160/1999.

A Figura 2 representa o sistema unitário.

Figura 2: Representação do Sistema Unitário.



Fonte: Adaptado de Barros (1995 *apud* BRASIL, 2019).

2.2.1.3 Sistema Misto

O sistema misto ou sistema separador parcial, conduz a parcela de água da chuva, proveniente de telhados e pátios, juntamente com as águas residuárias e águas de infiltração do subsolo para uma única rede de coleta e transporte de esgoto (SOBRINHO; TSUTIYA, 2011).

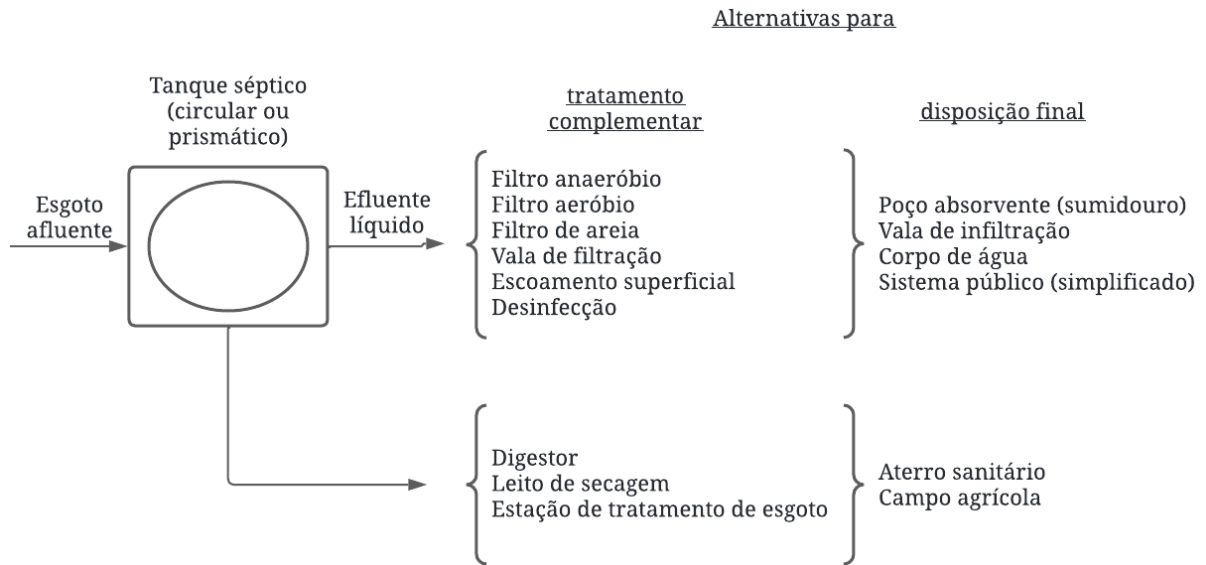
2.2.2 Sistemas Individuais

Os sistemas individuais são “adotados para atendimento unifamiliar onde cada residência possui o seu próprio sistema de coleta, afastamento e tratamento dos esgotos domésticos” (TOCHETTO, 2021).

Von Sperling (2005) ressalta que esse sistema pode atender um número de residências próximas entre si. Ainda, explica que, para funcionar satisfatoriamente, deve ser instalado em áreas de baixa densidade de ocupação, o solo deve apresentar boas condições para infiltração e o nível da água subterrânea deve estar em uma profundidade adequada para não causar contaminações com microrganismos patogênicos.

A NBR 7229/1993 (ABNT, 1993) define as diretrizes de projeto, construção e operação de tanques sépticos, incluindo tratamento e disposição de efluentes e lodo sedimentado. A Figura 3, representa esquematicamente o tratamento de acordo com a norma, com alternativas de tratamento complementar e de disposição final.

Figura 3: Representação esquemática do tratamento individual por tanque séptico proposto pela NBR 7229/1993 (ABNT, 1993).



Fonte: Adaptado da NBR 7229/1993 (ABNT, 1993).

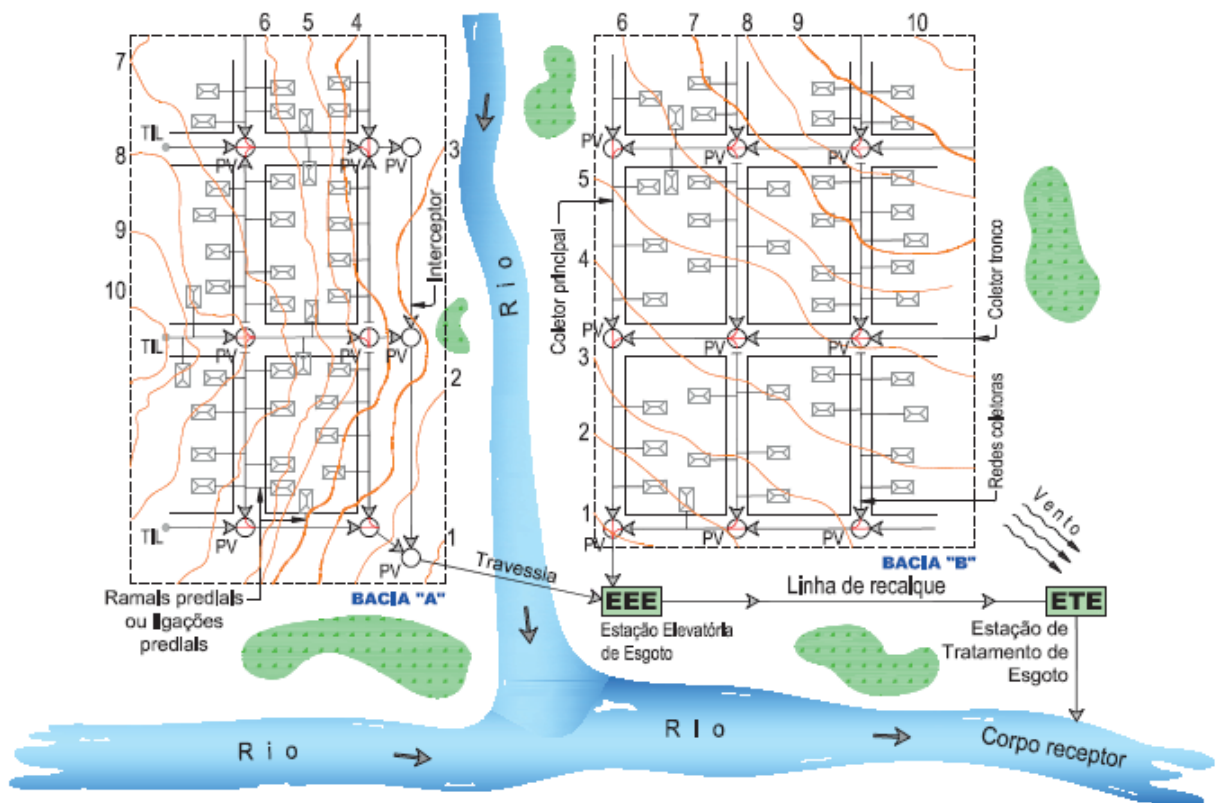
A NBR 13969/1997 (ABNT, 1997) afirma que o efluente do sistema individual de tratamento pode ser lançado em galerias de águas pluviais, desde que atenda aos requisitos dos limites e padrões pré-estabelecidos e que possua autorização do órgão local competente.

2.2.3 Sistema convencional e condominial

2.2.3.1 Sistema convencional

O sistema convencional, consiste na existência de ramais prediais que fazem o transporte individual do esgoto de cada residência até a rede pública de esgoto (BRASIL, 2006), conforme pode ser observado na Figura 4.

Figura 4: Conjunto de componentes de um sistema convencional.

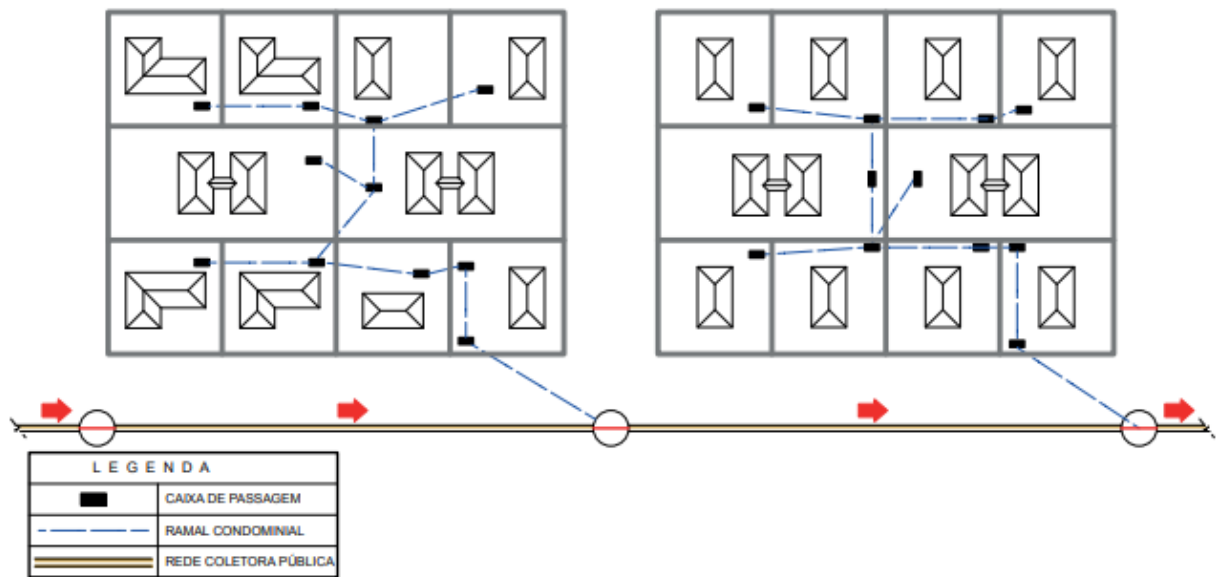


Fonte: BRASIL (2019).

2.2.3.2 Sistema condominial

Esse sistema consiste na “formação de condomínios, em grupos de usuários, a nível de quadra urbana, com unidade de esgotamento”, formando soluções semelhantes aos ramais de edifícios, onde tem-se quadras e casas no lugar de prédios e apartamentos (SOBRINHO; TSUTIYA, 2011), conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5: Sistema condominial.

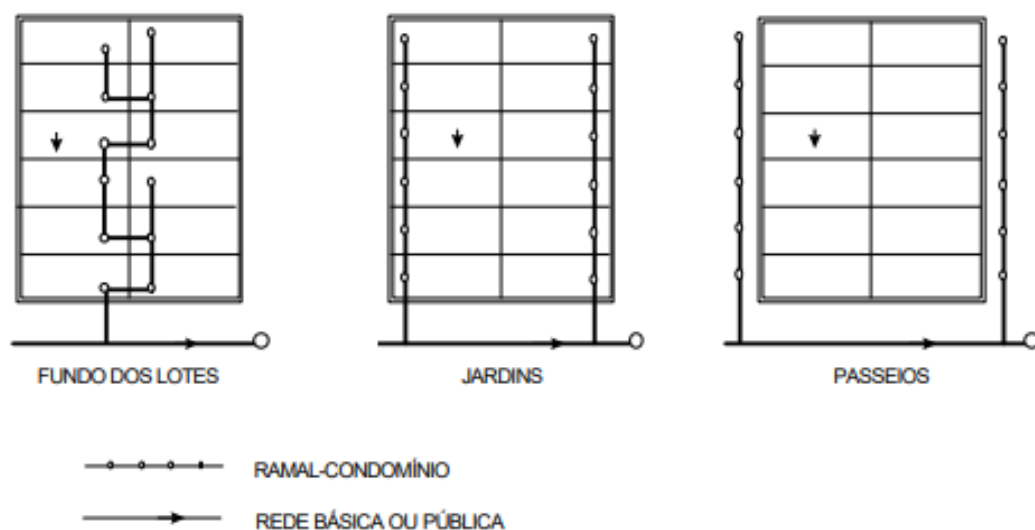


Fonte: Adaptado de Barros (1995 *apud* BRASIL, 2015).

Conforme pode ser observado na Figura 6, o ramal condominial desse sistema, ou seja, a rede coletora que reúne o efluente de todas as casas do condomínio, pode estar localizado em três locais (BRASIL, 2006):

- Passeio: o ramal condominial passa fora do lote, localizando-se no passeio à cerca de 0,70m de distância do muro;
- Fundo do lote: o ramal condominial passa no interior do lote, ao fundo do mesmo;
- Jardim: o ramal condominial passa dentro do lote, porém na frente do mesmo.

Figura 6: Tipos de ramal condominial.



Fonte: CAESB (1997) *apud* Brasil (2006).

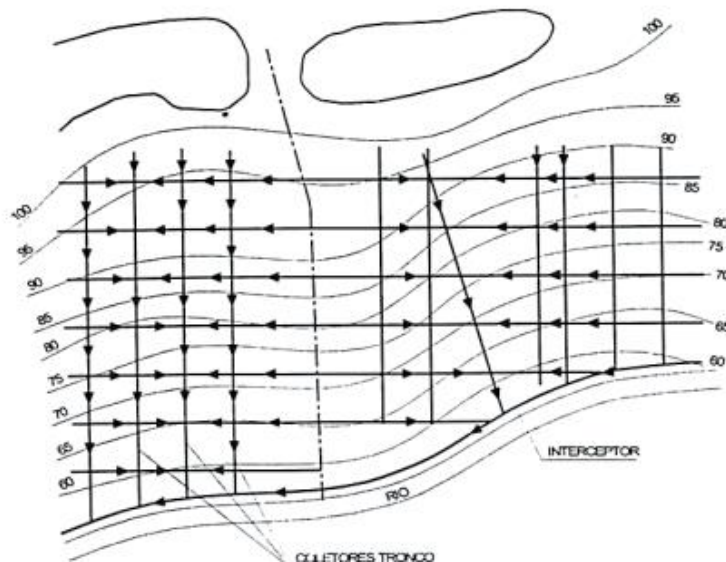
Segundo Sobrinho e Tsutiya (2011), essa rede passa, grande parte das vezes, entre os quintais e interior dos lotes, atravessando-os no sentido transversal. Por conta disso, o autor complementa que, apesar das vantagens econômicas, por menores extensões nas ligações prediais e baixo custo na construção de coletores, esse sistema facilita as ligações clandestinas de águas pluviais e resíduos sólidos na rede.

2.2.4 Traçado da rede

De acordo com Sobrinho Tsutiya (2011) a escolha do tipo de rede para um projeto de rede coletora depende da topografia do local, e traçado por ser perpendicular, leque e radial (ou distrital).

- a) Perpendicular: ideal para cidades atravessadas ou circundadas por cursos de água. A rede é composta por vários coletores tronco independentes, com traçados mais ou menos perpendiculares ao curso de água, ligados a um coletor marginal que irá conduzir o efluente ao destino final (Figura 7).

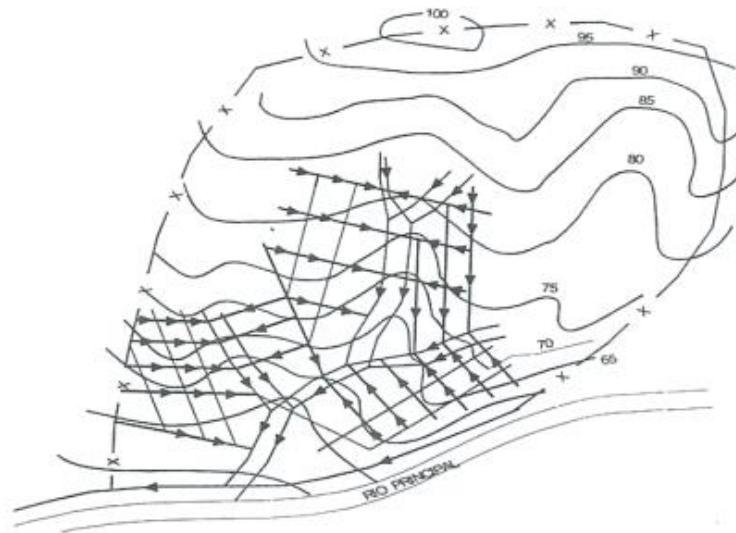
Figura 7: Rede perpendicular.



Fonte: Sobrinho e Tsutiya (2011).

- b) Leque: ideal para terrenos acidentados. Os coletores troncos passam pela parte baixa das bacias, onde incidem os coletores secundários (Figura 8).

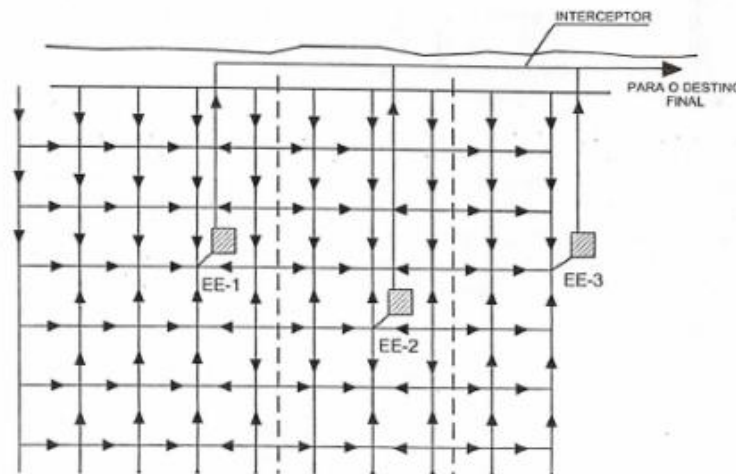
Figura 8: Rede em leque.



Fonte: Sobrinho e Tsutiya (2011).

- c) Radial ou distrital: característico de cidades planas, pois a cidade é dividida em distritos ou setores independentes, onde, em cada um, são criados pontos baixos para conduzir o esgoto (Figura 9).

Figura 9: Rede radial ou distrital.



Fonte: Sobrinho e Tsutiya (2011).

2.2.5 Elementos acessórios da rede

Devido à grande quantidade de sólidos orgânicos presente nos esgotos e pelo fato de a mesma funcionar como conduto livre, as canalizações devem ter dispositivos para diminuir entupimentos em locais onde haja curvas, pontos de afluência de tubulações etc., e, ainda, esses acessórios possibilitam o acesso a pessoas e equipamentos (SOBRINHO, TSUTIYA, 2011).

A NBR 9649/1986 (ANBT, 1986) define os seguintes órgãos acessórios como:

- Poço de visita (PV): câmara que permite o acesso de pessoas e equipamentos para execução de trabalhos de manutenção. É utilizado em inícios de coletores, mudanças de direção, de declividade, de diâmetro e de material, na reunião de coletores e onde há degrau;
- Tubo de inspeção e limpeza (TIL): permite a inspeção e introdução de equipamentos de limpeza, mas não permite acesso a pessoas;
- Terminal de limpeza (TL): tubo no início dos coletores que permite a introdução de equipamento de limpeza;
- Caixa de passagem (CP): câmara sem acesso localizada em curvas e mudanças de declividade;
- Sifão invertido: tubulações rebaixadas para permitir a passagem por obstáculos, como outras tubulações e cursos d'água, tendo escoamento sob pressão;
- Passagem forçada: trecho com escoamento sob pressão, mas sem rebaixamento.

A NBR 9649/1986 (ABNT, 1986) ainda apresenta algumas disposições construtivas para uso dos órgãos acessórios, os quais estão apresentados no Quadro 2.

Quadro 2: Disposições construtivas para uso dos órgãos acessórios.

	Poço de visita (PV)	Caixa de passagem (CP)*	Terminal de limpeza (TL)	Tubo de inspeção e limpeza (TIL)	Conexões
Mudança de direção	X	X		X	X
Mudança de declividade	X	X		X	X
Mudança de diâmetro	X	X		X	
Mudança de material	X	X		X	
Início de coletores	X		X		
Reunião de até dois trechos ao coletor (três entradas e uma saída)	X			X	
Degrau com menos de 0,5 m	X			X	

*Quando for possível suprimir o degrau.

Fonte: Adaptado da NBR 9649/1986 (ABNT, 1986).

Quadro 2: Disposições construtivas para uso dos órgãos acessórios (continuação).

	Poço de visita (PV)	Caixa de passagem (CP)*	Terminal de limpeza (TL)	Tubo de inspeção e limpeza (TIL)	Conexões
A jusante de ligações prediais	X			X	
Reunião de mais de dois trechos ao coletor	X				
Quando houver tubo de queda	X				
Extremidade de sifões invertidos e passagens forçadas	X				
Profundidade maior ou igual a 3 m	X				

*Quando for possível suprimir o degrau.

Fonte: Adaptado da NBR 9649/1986 (ABNT, 1986).

Na existência de degrau igual ou maior a 0,50 m, deve ser instalado um tubo de queda (ABNT, 1986).

A NBR 14486/2000 (ABNT, 2000), regulamenta que para redes coletoras com tubos em PVC, para sistemas 100% PVC, devem ser instalados tubos de inspeção e limpeza (TIL) em todos os inícios de coletores. Ainda, a norma afirma que os poços de visita são obrigatórios nas extremidades dos sifões invertidos e passagens forçadas, e, também, quando os órgãos acessórios estiverem em profundidade maior que 6 m.

Além disso, coletores que apresentarem degraus maiores que os apresentados na Tabela 1, será obrigatório o uso de TIL-TQ ou PV com TQ.

Tabela 1: Alturas mínimas de degrau.

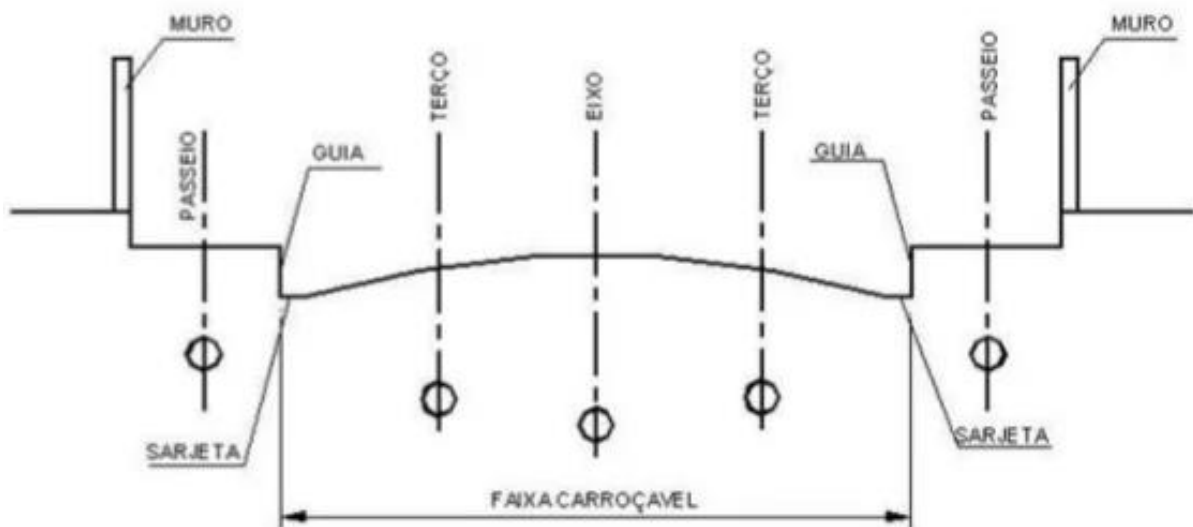
Diâmetro nominal do tubo (DN)	Degrau mínimo
100	0,58 m
150	0,84 m
200	1,00 m
250	1,25 m
300	1,45 m

Fonte: NBR 14.486/2000 (ABNT, 2000).

2.2.6 Localização da tubulação

De acordo com Sobrinho e Tsutiya (2011), a rede coletora pode estar alocada em cinco posições diferentes, sendo elas: eixo, terço par, terço ímpar, passeio par e passeio ímpar, conforme pode ser observado na Figura 10.

Figura 10: Localização da rede coletora na via pública.



Fonte: Sobrinho e Tsutiya (2011).

A escolha da posição da rede na via pública depende de vários fatores, como, por exemplo, conhecimento da existência de galerias de águas pluviais ou tubulações de gás, que podem causar interferências, assim como largura da rua, intensidade do tráfego etc. (SOBRINHO; TSUTIYA, 2011).

Segundo Sobrinho e Tsutiya (2011), conforme a condição da via pública, é possível assentar uma tubulação (rede simples), ou duas tubulações (rede dupla), sendo que:

- Rede dupla: pode estar localizada no passeio, no terço ou em ambos. É utilizada em casos de vias com tráfego intenso, vias com largura entre os alinhamentos dos lotes igual a 14m (para ruas asfaltadas) ou 18m (para ruas de terra), e para vias com interferências para alocação do coletor no leito carroçável.
- Rede simples: usada quando os casos anteriores não se aplicam. Nesse caso os coletores são alocados no eixo carroçável, ou no terço do leito carroçável.

2.2.7 Material da rede coletora

De acordo com Bevilacqua (2006) as tubulações da rede coletora de esgoto podem ser fabricadas em diferentes materiais, como: cerâmica, cloreto de polivinila (PVC), ferro fundido (FoFo), concreto, polietileno de alta densidade (PEAD), poliéster reforçado com fibras de vidro (PRFV) e aço.

As tubulações de poli cloreto de vinila (PVC) são altamente resistentes à corrosão e são a principal alternativa em regiões onde o lençol freático se encontra acima dos coletores de esgoto (SOBRINHO; TSUTIYA, 2011). Ainda, os autores afirmam que os diâmetros nominais para tubos de PVC são de 100, 150, 200, 150, 300, 350 e 400 mm. As especificações para a utilização dos tubos de PVC e suas variedades são regulamentados pelas normas ABNT NBR 7.362-1/2005 e ABNT NBR 7.362-2/1999.

Os tubos de aço são utilizados em locais com esforços elevados sobre a linha, como, por exemplo, travessias diretas de grandes vãos, visto que são flexíveis, resistindo a choques, deslocamentos e pressões externas (SOBRINHO; TSUTIYA, 2011). Ainda, estão disponíveis no mercado tubulações de aço com diâmetro nominal de 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100 e 1200 mm.

Segundo Sobrinho e Tsutiya (2011) os tubos de concreto são utilizados para coletores de esgoto com diâmetro maior ou igual a 400 mm, especialmente coletores-tronco, interceptores e emissários. Ainda segundo os autores, o diâmetro nominal para tubulações de concreto é padronizado pela ABNT NBR 8890/1989 sendo eles igual a 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1500, 1750 e 2000 mm.

2.2.8 Tecnologias de sistema de coleta e transporte de esgoto

2.2.8.1 Tecnologia tradicional

Conforme citado por Cole (2020), o sistema convencional, com tecnologia tradicional, utiliza tubulações de PVC para as redes coletoras, no entanto, os órgãos acessórios são construídos a partir de outros materiais, como areia, brita, cimento, ferro de construção, tijolos etc., facilitando a infiltração de água devido a falha nas juntas.

Além disso, a norma ABNT NBR 16085/2020 – Poços de visita e inspeção pré-moldados em concreto armado para sistemas enterrados – Requisitos e métodos de ensaio, apresenta especificações técnicas quanto a utilização de pré-moldados na construção de órgãos acessórios, material que já vem sendo utilizado na construção civil.

2.2.8.1 Tecnologia 100% PVC

Cole (2020) cita que a tecnologia 100% PVC utiliza PVC para a rede coletora e, também, para os órgãos acessórios, tornando a execução dos componentes da rede bastante simplificado, visto que os componentes são pré-fabricados e são mais leves.

Cole (2020) complementa, ainda, que os dispositivos de inspeção e limpeza utilizados nesse sistema são tubos de inspeção e limpeza radial de rede, tubo de queda, de passagem e de ligação predial, assim como tubos de limpeza empregados para casos de reunião de até três entradas e uma saída, degrau de até 50 cm, a jusante de ligações prediais, subdivisão de trechos com comprimento maior que os equipamentos de limpeza e pontos onde há mudança de material, declividade, direção ou diâmetro.

Vale ressaltar que atualmente a CORSAN não recomenda a execução da rede coletora de esgoto com a tecnologia 100% PVC, mas a tecnologia pode ser utilizada em casos de ser municipalizados ou existir outro prestador.

2.3 Critérios de projeto

2.3.1 População da área de projeto

2.3.1.1 Método Aritmético

De acordo com Qasim (1985 *apud* VON SPERLING, 2005), o método de projeção aritmética baseia-se em um crescimento populacional segundo uma taxa constante, sendo utilizado em estimativas de curto prazo. Para esta projeção são utilizadas as Equações 1 e 2.

$$P_t = P_0 + K_a \times (t - t_0) \quad (1)$$

$$K_a = \frac{P_2 - P_0}{t_2 - t_0} \quad (2)$$

Onde:

P_t = população estimada no ano t (hab.);

K_a = coeficiente;

P_2 = população no ano t_2 ;

P_0 = população no ano t_0 ;

t_2 = ano da população P_2 ;

t = ano de projeção;

t_0 = ano da população P_0 .

2.3.1.2 Método Geométrico

A projeção populacional pelo método geométrico, consiste em um crescimento em função da população existente a cada instante, sendo utilizado para estimativas de curto prazo (QASIM, 1985 *apud* VON SPERLING, 2005). Para esta projeção são utilizadas as Equações 3 e 4.

$$P_t = P_0 \times e^{Kg \times (t-t_0)} \quad (3)$$

$$Kg = \frac{\ln P_2 - \ln P_0}{t_2 - t_0} \quad (4)$$

Onde:

P_t = população estimada no ano t (hab.);

P_0 = população no ano t_0 (hab.);

Kg = coeficiente;

t = ano de projeção;

t_0 = ano da população P_0 ;

P_2 = população no ano t_2 ;

t_2 = ano da população P_2 .

2.3.1.3 Método da Curva Logística

O método de projeção populacional da curva logística considera que o crescimento chegará a um ponto de saturação (QASIM, 1985 *apud* VON SPERLING, 2005). Para esta projeção são utilizadas as Equações 5, 6, 7 e 8.

$$P_t = \frac{P_s}{1 + c \times e^{K_1 \times (t-t_0)}} \quad (5)$$

$$P_s = \frac{2 \times P_0 \times P_1 \times P_2 - P_1^2 \times (P_0 + P_2)}{P_0 \times P_2 - P_1^2} \quad (6)$$

$$c = \frac{(P_s - P_0)}{P_0} \quad (7)$$

$$K_1 = \frac{1}{t_2 - t_1} \times \ln \left[\frac{P_0 \times (P_s - P_1)}{P_1 \times (P_s - P_0)} \right] \quad (8)$$

Onde:

P_t = população estimada no ano t (hab.);

P_s = população de saturação (hab.);

c = coeficiente;

K_1 = coeficiente;

t = ano de projeção;

t_0 = ano da população P_0 ;

P_0 = população no ano t_0 (hab.);

P_1 = população no ano t_1 (hab.);

P_2 = população no ano t_2 (hab.);

t_1 = ano da população P_1 ;

t_2 = ano da população P_2 .

2.3.2 Consumo per capita de água

De acordo com o manual de saneamento da FUNASA (2019), o consumo médio per capita de água para população dotadas de ligações domiciliares varia conforme o tamanho da população, sendo:

- População menor de 5.000 habitantes: consumo de 90 a 140 L/hab.dia;
- População entre 5.000 e 10.000 habitantes: consumo de 100 a 160 L/hab.dia;
- População entre 10.000 e 50.000 habitantes: consumo de 110 a 180 L/hab.dia;
- População entre 50.000 a 250.000 habitantes: consumo de 120 a 220 L/hab.dia;
- População maior de 250.000 habitantes: consumo de 150 a 300 L/hab.dia.

A CORSAN (2016), como parâmetro de projeto, sugere a adoção de um consumo per capita de 200 L/hab.dia.

Além disso, existem contribuições singulares, ou seja, contribuições de esgoto em grande volume lançadas na rede coletora, comparadas àquelas recebidas pela rede ao longo do trecho. Como exemplo, pode-se citar as contribuições de escolas, hospitais, clubes, grandes edificações etc. (FERNANDES; SCORTEGAGNA, 2021).

2.3.3 Coeficientes

De acordo com a NBR 9649 (ABNT, 1986) o coeficiente de retorno (C) é a relação média entre os volumes de esgoto produzido e de água efetivamente consumida, sendo que a mesma recomenda utilizar o valor de 0,8 para esse coeficiente.

Já para os coeficientes de variação de vazão, a NBR 9649 (ABNT, 1986) e a CORSAN recomendam a adoção dos seguintes valores:

- Coeficiente de máxima vazão diária (k_1): 1,2
- Coeficiente de máxima vazão horária (k_2): 1,5
- Coeficiente de mínima vazão horária (k_3): 0,5

2.3.4 Taxa de infiltração

A NBR 9649 (ABNT, 1986) recomenda a utilização da taxa de infiltração em uma faixa de 0,05 a 1,0 L/s.km, visto que a mesma é influenciada por diversos fatores, como nível de água do lençol freático, natureza do subsolo, material da tubulação etc. De acordo com as diretrizes de projeto da CORSAN (2016), a companhia aplica para seus dimensionamentos de projetos a taxa de infiltração mínima que é de 0,05 L/s.km.

Para redes onde é utilizado PVC, o valor de infiltração recomendado está entre 0,01 e 1 L/s.km (NBR 14.486/2000).

2.3.5 Vazões de dimensionamento

Para o dimensionamento da rede de esgoto, considera-se as Equações 9 para início de plano e a Equação 10 para final de plano (FERNANDES; SCORTEGAGNA, 2021).

$$Q_i = K_2 \times \overline{Q_{d,i}} + l_i + \sum Q_{ci} \quad (9)$$

$$Q_f = K_1 \times K_2 \times \overline{Q_{d,f}} + l_f + \sum Q_{cf} \quad (10)$$

Onde:

Q_i e Q_f = vazão máxima de início e final de plano (L/s);

$\overline{Q_{d,i}}$ e $\overline{Q_{d,f}}$ = vazão média inicial e final de esgoto doméstico (L/s);

l_i e l_f = contribuição de infiltração inicial e final (L/s);

Q_{ci} e Q_{cf} = contribuição singular inicial e final (L/s);

K_2 = coeficiente de máxima vazão horária;

K_1 = coeficiente de máxima vazão diária.

As contribuições médias iniciais e finais de plano podem ser obtida através das Equações 11 e 12 (FERNANDES; SCORTEGAGNA, 2021).

$$\overline{Q_{d,i}} = \frac{C \times P_i \times q_i}{86400} \quad (11)$$

$$\overline{Q_{d,f}} = \frac{C \times P_f \times q_f}{86400} \quad (12)$$

Onde:

$\overline{Q_{d,i}}$ e $\overline{Q_{d,f}}$ = vazão máxima de início e final de plano (L/s);

C = coeficiente de retorno;

P_i e P_f = população inicial e final (habitantes);

q_i e q_f = consumo per capita de água (L/hab.dia).

Além disso, a NBR 9649 (ABNT, 1986) recomenda que a vazão mínima em qualquer trecho da rede coletora seja de 1,5 L/s, caso não existir dados pesquisados e comprovados estatisticamente.

2.3.6 Taxa de contribuição linear

Sobrinho e Tsutiya (2011), a determinação das taxas de contribuição linear em redes simples para início e final de plano pode ser realizada através das Equações 13 e 14, respectivamente.

$$T_{xi} = \frac{K_2 \times \overline{Q_{d,i}}}{L_i} + T_{inf} \quad (13)$$

$$T_{xf} = \frac{K_1 \times K_2 \times \overline{Q_{d,f}}}{L_f} + T_{inf} \quad (14)$$

Onde:

T_{xi} e T_{xf} = taxa de contribuição linear para início e final de plano (L/s.m ou L/s.km);

K_2 = coeficiente de máxima vazão horária;

K_1 = coeficiente de máxima vazão diária;

$\overline{Q_{d,i}}$ e $\overline{Q_{d,f}}$ = vazão máxima de início e final de plano (L/s);

L_i e L_f = comprimento da rede de esgoto inicial e final (m ou km);

T_{inf} = taxa de contribuição de infiltração (L/s.m ou L/s.km).

Para a determinação das taxas de contribuição linear para locais onde há sempre duas redes, ou seja, rede dupla, utilizam-se as Equações 15 e 16, para início e final de plano (SOBRINHO; TSUTIYA, 2011).

$$T_{xdi} = \frac{K_2 \times \overline{Q_{d,i}}}{L_{di}} + T_{inf} \quad (15)$$

$$T_{xdf} = \frac{K_1 \times K_2 \times \overline{Q_{d,f}}}{L_{df}} + T_{inf} \quad (16)$$

Onde:

T_{xdi} e T_{xdf} = taxa de contribuição linear para início e final de plano (L/s.m ou L/s.km);

K_2 = coeficiente de máxima vazão horária;

K_1 = coeficiente de máxima vazão diária;

$\overline{Q_{d,i}}$ e $\overline{Q_{d,f}}$ = vazão máxima de início e final de plano (L/s);

L_{di} e L_{df} = comprimento da rede dupla de esgoto inicial e final (m ou km);

T_{inf} = taxa de contribuição de infiltração (L/s.m ou L/s.km).

Em casos de existência de rede simples e rede dupla na mesma área de ocupação homogênea, os coeficientes de contribuição linear são calculados através de um comprimento virtual da rede para a área de ocupação (SOBRINHO; TSUTIYA, 2011), através da Equação 17.

$$L_{vi,f} = L_{si,f} + \frac{L_{di,f}}{2} \quad (17)$$

Onde:

$L_{vi,f}$ = comprimento virtual da rede inicial e final (m ou km);

$L_{si,f}$ = comprimento da rede simples inicial e final (m ou km);

$L_{di,f}$ = comprimento da rede dupla inicial e final (m ou km).

- Taxa de contribuição linear para rede simples para início de plano (Equação 18) e para final de plano (Equação 19):

$$T_{xis} = \frac{K_2 \times \overline{Q_{d,i}}}{L_{vi}} + T_{inf} \quad (18)$$

$$T_{xfs} = \frac{K_1 \times K_2 \times \overline{Q_{d,f}}}{L_{vf}} + T_{inf} \quad (19)$$

- Taxa de contribuição linear para rede dupla para início de plano (Equação 20) e para final de plano (Equação 21):

$$T_{xid} = \frac{K_2 \times \overline{Q_{d,i}}}{2L_{vi}} + T_{inf} \quad (20)$$

$$T_{xfs} = \frac{K_1 \times K_2 \times \overline{Q_{d,f}}}{2L_{vf}} + T_{inf} \quad (21)$$

2.3.7 Diâmetro mínimo

Quanto ao diâmetro mínimo das tubulações, a NBR 9649 (ABNT, 1986) recomenda a utilização de um diâmetro mínimo de 100 mm para as redes coletoras de esgoto. No entanto, a CORSAN (2016) estabelece que o diâmetro mínimo para tubulações de esgoto em PVC deve ser de 150 mm.

2.3.8 Declividade mínima

A NBR 9649 (ABNT, 1986) afirma que os trechos devem ser verificados pelo critério da tensão trativa média, tendo valor mínimo de tensão trativa de 1,0 Pa para a vazão inicial (Q_i), com coeficiente de Manning (n) de 0,013. Para determinar a declividade mínima que atenda essa condição, utiliza-se a Equação 22.

$$I_{\min} = 0,0055 \times Q_i^{-0,47} \quad (22)$$

Onde:

$I_{\min}$ = declividade mínima (m/m);

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

Segundo Sobrinho e Tsutiya (2011), para garantir a autolimpeza da tubulação a tensão trativa deve ser igual ou superior a 1,0 Pa. A NBR 9649 (ABNT, 1986) afirma que tensão trativa é definida pela Equação 23.

$$\tau_c = \gamma \times RH \times I \quad (23)$$

Onde:

τ_c = tensão trativa (kgf/m²);

γ = peso específico da água (kgf/m³);

RH = raio hidráulico (m);

I = declividade do trecho (m/m).

Para a CORSAN (2016), a tensão trativa mínima também deve ser de 1,0 Pa, no entanto, sugere a utilização de 0,010 para o coeficiente de Manning. Ainda, a declividade mínima a deve ser de 5,077 m/Km, sendo obtida pela Equação 24.

$$I_{\min} = 0,006122 \times Q_i^{-\frac{6}{13}} \quad (24)$$

Onde:

$I_{\min}$ = declividade mínima (m/m);

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

Para sistemas concebidos totalmente em PVC, é estabelecida uma tensão trativa média de 0,6 Pa e coeficiente de Manning igual a 0,010 (NBR 14.486/2000), sendo determinado pela Equação 25.

$$I_{\min} = 0,0035 \times Q_i^{-0,47} \quad (25)$$

Onde:

$I_{\min}$ = declividade mínima (m/m);

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

2.3.9 Declividade máxima

De acordo com Sobrinho e Tsutiya (2011), a declividade máxima admissível é aquela onde tenha a velocidade na tubulação de 5 m/s, para a vazão de final de plano, com coeficiente de Manning (n) de 0,013. A declividade pode ser obtida através da Equação 26.

$$I_{m\acute{a}x} = 4,65 \times Q_f^{-0,67} \quad (26)$$

Onde:

$I_{m\acute{a}x}$ = declividade máxima (m/m);

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

2.3.10 Lâmina de água máxima

A NBR 9649 (ABNT, 1986) instrui que a lâmina d'água (Y) nas tubulações deve ser calculada admitindo o escoamento em regime uniforme e permanente, sendo que o valor máximo para vazão final (Q_f) deve ser igual ou inferior a 75% do diâmetro do coletor.

De acordo com Sobrinho e Tsutiya (2011), o diâmetro que atende a condição acima pode ser obtido através da Equação 27.

$$D = \left(0,0463 \times \frac{Q_f}{\sqrt{I}} \right)^{0,375} \quad (27)$$

Onde:

D = diâmetro (m);

Q_f = vazão final (m^3/s);

I = declividade (m/m).

2.3.11 Velocidade crítica

De acordo com a NBR 9649 (ABNT, 1986), quando a velocidade final (V_f) for superior a velocidade crítica (V_c), a lâmina de água admissível não deve ser superior a 50% do diâmetro do coletor, para assegurar a ventilação do trecho. A velocidade crítica pode ser obtida pela Equação 28.

$$V_c = 6 \times \sqrt{g \times R_H} \quad (28)$$

Onde:

V_c = velocidade crítica (m/s);

g = aceleração da gravidade (m/s²);

R_H = raio hidráulico para vazão final (m).

2.3.12 Raio Hidráulico em função de Y/D

Cole (2020) cita que a determinação do raio hidráulico (R_H) em função da relação Y/D, para verificar o valor da velocidade de escoamento e tensão trativa, pode ser feita utilizando através das Equações 29, 30 e 31.

$$\frac{Q}{\sqrt{I}} = \frac{1}{n} \times A_m \times R_H^{\frac{2}{3}} \quad (29)$$

$$\frac{V}{\sqrt{I}} = \frac{1}{n} \times R_H^{\frac{2}{3}} \quad (30)$$

$$R_H = \left(n \times \frac{V}{\sqrt{I}} \right)^{1,5} \quad (31)$$

2.3.13 Demais critérios

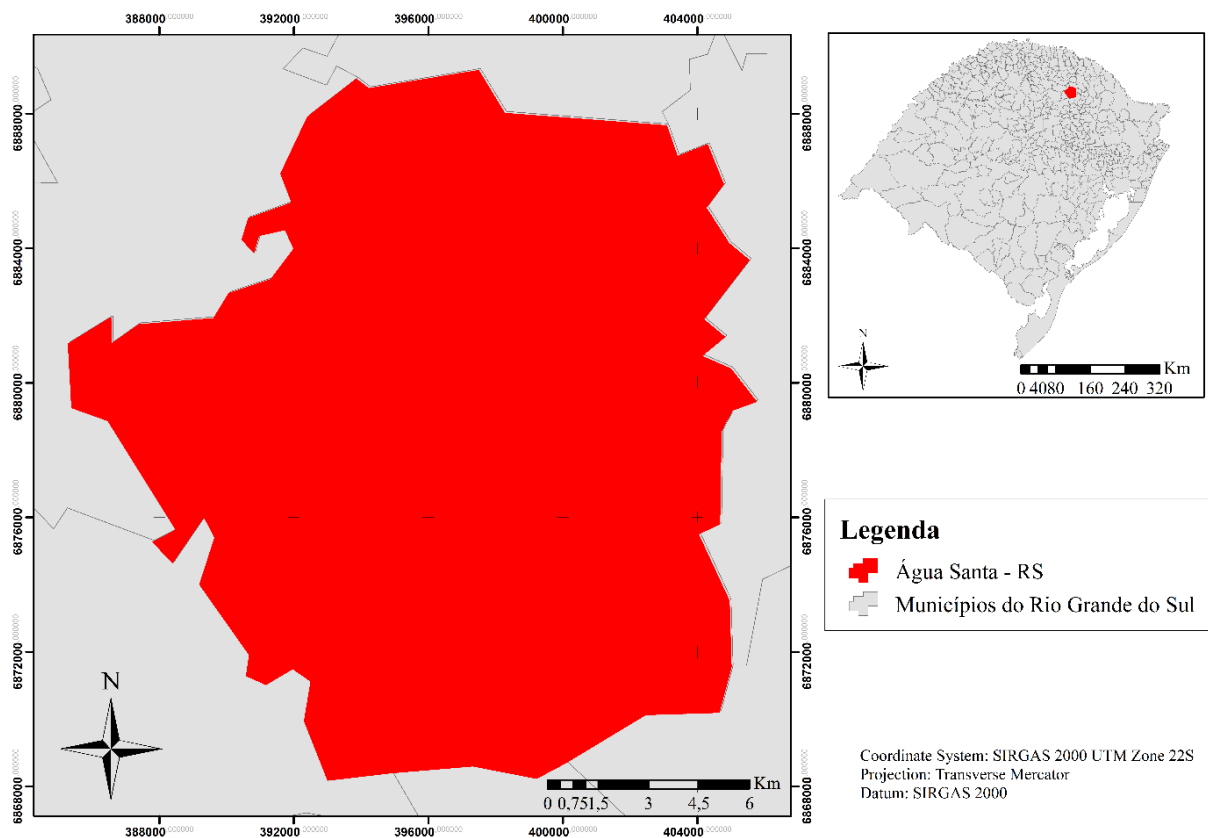
- Valas localizadas no leito carroçável da rua devem estar alocadas em um dos terços laterais do leito para redes simples, já para redes duplas, as tubulações devem estar o mais próximo das meios-fios, uma em cada terço lateral do leito (NBR 12266/1992);
- O recobrimento mínimo da tubulação em vias públicas deve ser de 0,90 metros e de 0,65 metros para tubulações em passeios (NBR 9649/1986);
- A profundidade máxima da tubulação não deve passar de 3 a 4 metros, somente em casos especiais onde há justificativa técnico-econômica (SOBRINHO; TSUTIYA, 2011);
- A distância máxima entre poços de visita (PVs) deve ser de 120 metros (CORSAN, 2016).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local de estudo

A área de estudo tomada como base para realização do presente trabalho é o município de Água Santa – RS, município de pequeno porte localizado na Região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (RS), latitude -28,107 e longitude -52,144, faz divisa com os municípios de Tapejara (ao norte), Gentil (ao sul), Santa Cecília do Sul (ao leste) e Vila Lângaro (ao oeste) (PMSB, 2018), assim como, com Ciríaco e Mato Castelhano. A Figura 11 demonstra a localização do município no Estado do Rio Grande do Sul.

Figura 11: Localização de Água Santa no Rio Grande do Sul.



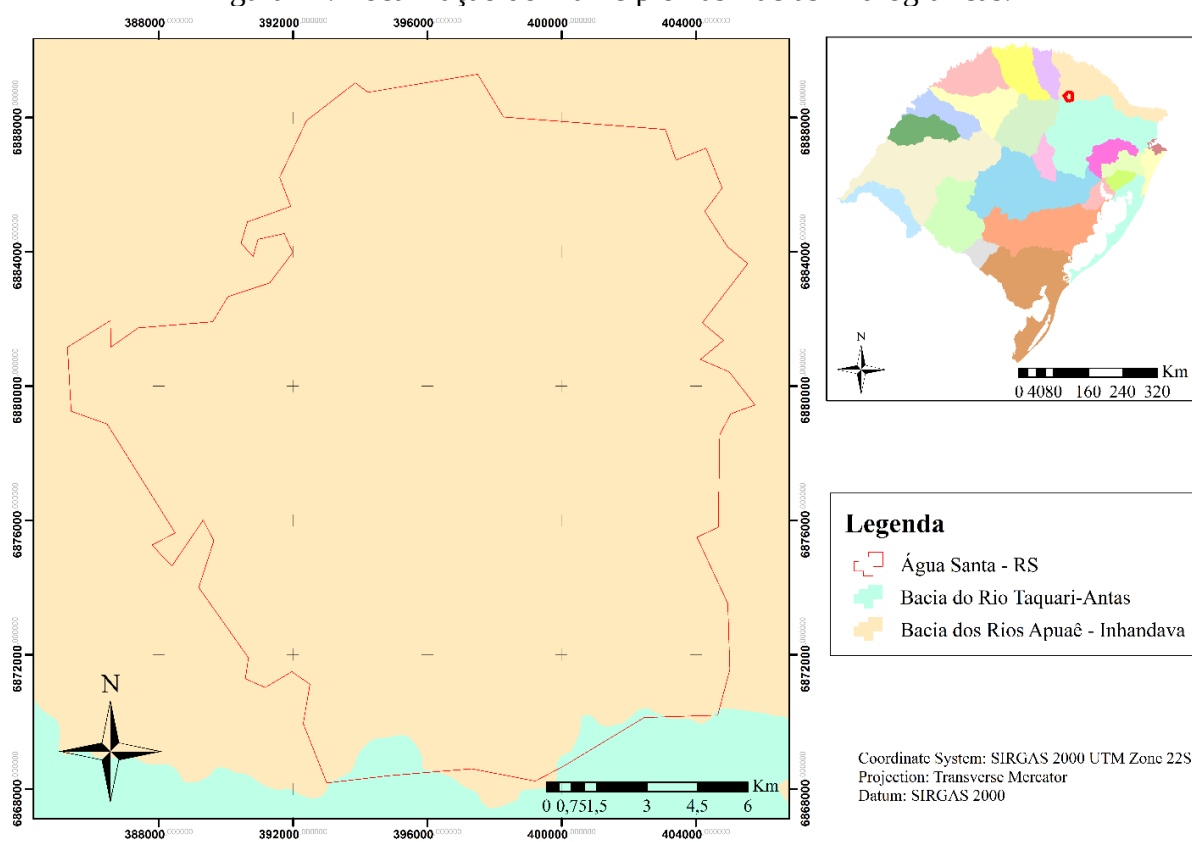
Fonte: A autora, 2022.

O município foi criado em 8 de dezembro de 1987 pela Lei Estadual nº 8.461, estando a 285 km distante da capital do estado (Porto Alegre) e tendo como vias de acesso a ERS-135, ERS-122, ERS-446, BRS470, ERS-324, BRS-285 e ERS-428 (PMSB, 2018). Possui uma área territorial de 291,503 km² e uma população estimada para o ano de 2021 de 3.738 pessoas (IBGE, 2022).

Além disso, Água Santa integra a Associação dos Municípios do Noroeste Riograndense (AMUNOR), a Mesorregião Noroeste Riograndense e a Microrregião de Passo Fundo (PMSB, 2018).

O município de Água Santa está inserido em duas bacias hidrográficas: 1% na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas e 99% na Bacia Hidrográfica dos Rios Apuaê – Inhandava (SEMA, 2022). Na Figura 12, está a localização do município dentro das bacias hidrográficas a qual ele pertence.

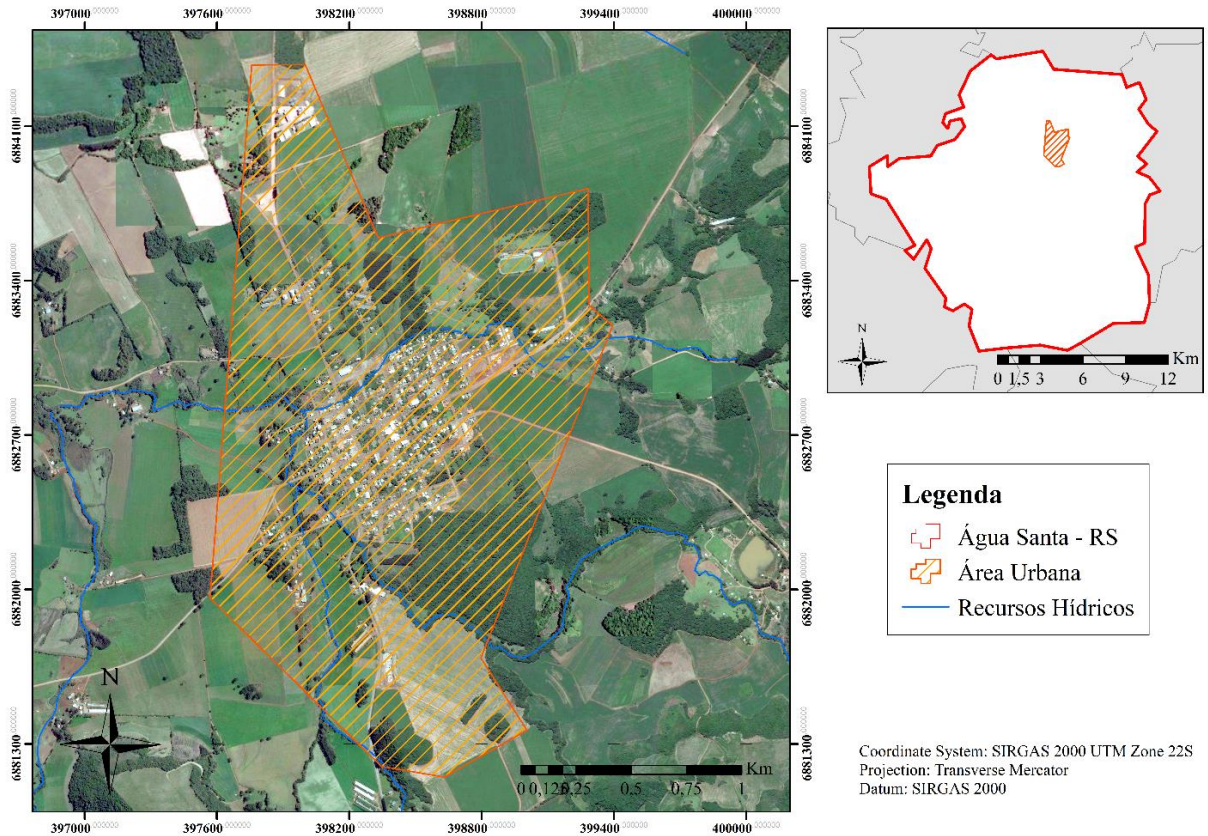
Figura 12: Localização do município nas Bacias Hidrográficas.



Fonte: A autora, 2022.

O perímetro urbano do município de Água Santa está apresentado na Figura 13.

Figura 13: Perímetro urbano de Água Santa.

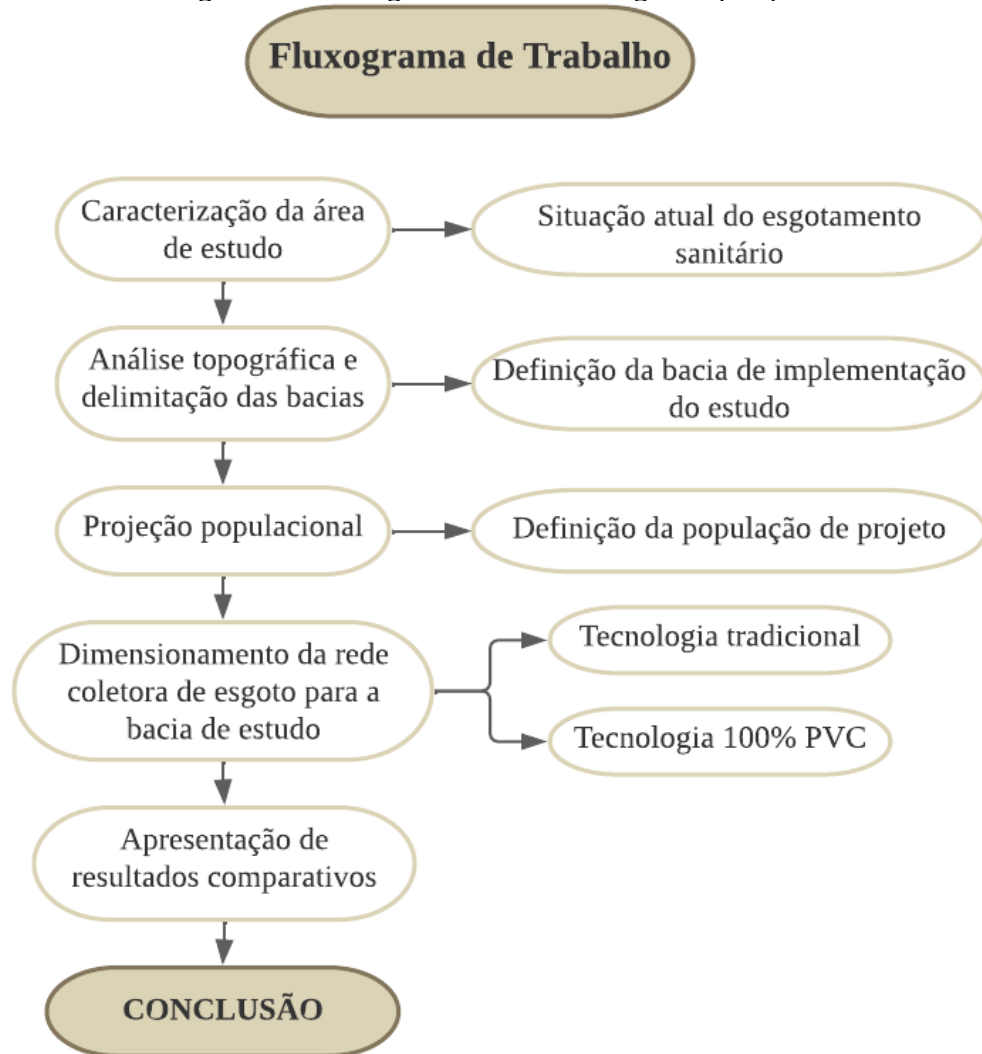


Fonte: A autora, 2022.

3.2 Metodologia

A metodologia de pesquisa deste trabalho está apresentada no fluxograma da Figura 14.

Figura 14: Fluxograma da metodologia de pesquisa.



Fonte: A autora, 2022.

Inicialmente, foi analisada a situação atual do sistema de esgotamento sanitário presente na área urbana do município de Água Santa, através de informações presentes no Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e no Atlas Esgotos do site da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

A definição das bacias de contribuição e levantamento topográfico do perímetro urbano de Água Santa foi realizada através do Software ArcGIS e Global Mapper. Dessa forma, foi possível identificar a bacia de estudo para a implantação das redes coletoras de esgoto, sendo aquela com o maior número de economias na área delimitada.

Para a realização do dimensionamento, fez-se necessário a realização da projeção populacional da área atendida pelo projeto, sendo que, a população de projeto foi obtida através de projeções pelos Métodos Aritmético, Geométrico e da Curva Logística.

Com isso, a partir da área delimitada, foi realizado o dimensionamento da rede coletora de esgoto através do sistema convencional de construção, com órgãos acessórios em pré-moldado de concreto e a tubulação em PVC, seguindo parâmetros de projeto definidos pela ABNT NBR 9649/1986 e as diretrizes impostas pela CORSAN, para o sistema separador absoluto, visto que a mesma é a concessionária do município.

Na sequência foi realizado dimensionamento da rede coletora de esgoto com segunda alternativa de projeto, utilizando o sistema 100% PVC, ou seja, órgãos acessórios e tubulação em PVC.

Por fim, foi realizada a análise comparativa dos resultados obtidos em cada um dos cenários, assim como, o levantamento dos custos referentes aos materiais utilizados em cada alternativa.

3.2.1 Situação atual da área de estudo

A caracterização da situação atual do esgotamento sanitário na área urbana do município foi realizada através de dados obtidos no Plano Municipal de Saneamento Básico e no Atlas Esgotos do site da Agência Nacional de Águas (ANA), onde foi obtido o índice de atendimento de esgotamento sanitário do município, identificando a porcentagem de esgoto com coleta e sem tratamento, com coleta e com tratamento, sem coleta e sem tratamento e aqueles com solução individual de tratamento. Os resultados obtidos foram apresentados em gráficos para melhor visualização.

3.2.2 Análise de topografia e bacias de escoamento

Para a realização da análise topográfica da área urbana do município e a delimitação das bacias de escoamento do esgoto sanitário, foi utilizado os softwares ArcGIS e Global Mapper, sendo que a bacia escolhida para a concepção da rede coletora de esgoto foi aquela com maior número de economias.

Ainda, através da análise topográfica e do mapeamento das quadras do município, obtido junto a Prefeitura Municipal de Água Santa (Anexo B), foi possível identificar o melhor trajeto para a alocação da rede coletora de esgoto, assim como, a necessidade de construção de estações elevatórias.

3.2.3 Estudo populacional

Para a determinação da população residente no meio urbano do município de Água Santa, foram obtidos dados da população através do IBGE, a partir dos quais foi realizada a previsão populacional do município pelo Método Geométrico, Aritmético e Curva Logística, para 25 anos, ou seja, de 2023 a 2048.

Em seguida, a população estimada para o início de plano foi dividida pelo número atual de economias residenciais em todo o perímetro urbano, dado obtido com funcionário da CORSAN em Água Santa. Com isso, foi calculada a taxa de ocupação de cada domicílio.

A determinação da população de início de plano da bacia escolhida, foi realizada através da multiplicação da taxa de ocupação pelo número de economias presentes na mesma, valor esse obtido através de imagens de satélite do Google Earth Pro.

Contudo, através desse valor, foi calculada a população de final de plano multiplicando o número de residências da bacia pela taxa de ocupação de 5 hab./economia, valor sugerido pela CORSAN para áreas urbanas e feita uma comparação com a taxa de ocupação determinada pelas projeções, onde considerou-se o maior valor encontrado.

3.2.4 Métodos de dimensionamento

A rede coletora de esgoto dimensionada é do tipo separador absoluto com rede simples em ruas com menos de 14 metros de largura e rede dupla, para ruas com mais de 14 metros. Ainda, a rede coletora de esgoto foi projetada conforme a topografia da área, de forma a conduzir o esgoto a um ponto baixo, onde poderá ser construída uma estação de tratamento de esgoto, a qual não faz parte do dimensionamento deste trabalho.

O dimensionamento da rede coletora em tecnologia tradicional foi realizado de acordo com os parâmetros sugeridos pela NBR 9649 – Projeto de Redes Coletoras de Esgoto, de 1896, assim como, foram adotados parâmetros definidos pela CORSAN. No caso da rede coletora com sistema 100% PVC, ainda, considerou-se os parâmetros impostos pela NBR 14.486 – Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário – Projeto de redes coletoras com tubos de PVC. O dimensionamento para os dois cenários foi realizado através dos critérios e equações descritas no item 2.3.

Contudo, para o presente projeto, foram consideradas como contribuições singulares as escolas e a Unidade Básica de Saúde (UBS), sendo que, para as escolas foi considerado um consumo de 20 L/aluno, conforme recomendado por Tomaz (1999) e, para a UBS do município,

foi considerado um consumo de 3,8 L/m²/dia, valor recomendado por Santana *et al.* (2019). Vale ressaltar que, para as contribuições singulares, considerou-se o mesmo consumo para início e final de plano, sendo que, o número de alunos nas escolas foi obtido através do site do Departamento de Economia e Estatística (DEE) e a área da UBS foi encontrada utilizando o Google Earth Pro.

3.2.4 Resumo dos cenários considerados no estudo

Para execução deste trabalho foram dimensionados dois cenários para a bacia de estudo:

- 1º Cenário: Dimensionamento da rede coletora de esgoto para a bacia de contribuição da área de estudo considerando a tecnologia tradicional para a rede, ou seja, tubulação em PVC e órgãos acessórios em concreto pré-moldados. Os parâmetros utilizados serão baseados nas especificações definidas pela NBR 9649/1986 (ABNT, 1986) e pela CORSAN (2016), visto que é a concessionária do município;
- 2º Cenário: Dimensionamento da rede coletora de esgoto para a bacia de contribuição da área de estudo considerando o sistema 100% PVC, ou seja, tubulação e órgãos acessórios em PVC, baseando-se nos parâmetros definidos pela NBR 14.486/2000 (ABNT, 2000).

Para o dimensionamento da rede em ambos os cenários, foram utilizados os parâmetros de projeto apresentados no Quadro 3.

Quadro 3: Parâmetros de projeto adotados para o sistema tradicional e o sistema 100% PVC.

Parâmetro de projeto	Sistema tradicional	Sistema 100% PVC
Coeficiente de retorno (c)	0,8	0,8
Consumo per capta (q)	200 L/hab.dia	200 L/hab.dia
Coeficiente de máxima vazão diária (K1)	1,2	1,2
Coeficiente de máxima vazão horária (K2)	1,5	1,5
Coeficiente de Manning (n)	0,010	0,010
Taxa de infiltração (T _{inf})	0,5 L/s.Km	0,01 L/s.Km
Tensão trativa mínima	1,00 Pa	0,6 Pa

Fonte: A autora, 2022.

Quadro 3: Parâmetros de projeto adotados para o sistema tradicional e o sistema 100% PVC (continuação).

Parâmetro de projeto	Sistema tradicional	Sistema 100% PVC
Declividade mínima ($I_{\min}$)	5,077 m/Km	2,892 m/Km
Máxima lâmina de água	75%	75%
Vazão mínima ($Q_{\min}$)	1,5 L/s	1,5 L/s
Velocidade máxima de escoamento (V_f)	5,00 m/s	5,00 m/s
Recobrimento mínimo (leito carroçável)	0,90 m	0,90 m
Recobrimento mínimo (passeio)	0,65 m	0,65 m
Profundidade máxima	4 m	4 m
Diâmetro mínimo do coletor (DN)	150 mm	100 mm

Fonte: A autora, 2022.

Ainda, a profundidade da tubulação levou em consideração o diâmetro do tubo em cada trecho da rede coletora, além da espessura do material e a recobrimento mínimo definido no Quadro 3, como sendo de 0,90 m. Portanto, conforme a variação do diâmetro da tubulação, adotou-se uma profundidade mínima diferente, como apresentado no Quadro 4.

Quadro 4: Profundidade mínima considerada para diferentes diâmetros da tubulação.

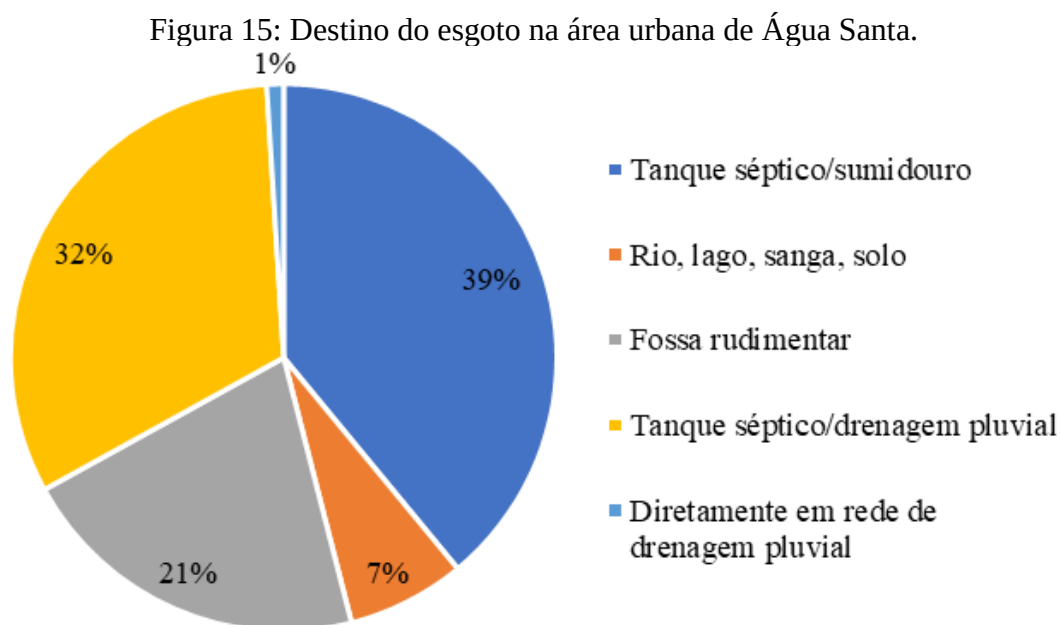
Diâmetro da tubulação (mm)	Profundidade mínima do coletor (m)
100	1,05
150	1,10
200	1,15

Fonte: A autora, 2022.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização do sistema de esgotamento sanitário de Água Santa

No ano de 2017, para a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico, foi realizado um levantamento acerca da situação do sistema de esgotamento sanitário no município de Água Santa. O diagnóstico observado quanto ao destino do esgoto gerado na área urbana está apresentado na Figura 15.



Fonte: Adaptado do PMSB, 2018.

A partir da Figura 15, observa-se que o município de Água Santa não conta com sistema de rede de coleta e tratamento para os esgotos gerados na área urbana, sendo que menos da metade dos esgotos gerados tem destino correto (39%), para tanque séptico/sumidouro.

Além disso, uma quantia considerável (32%) passa por tanque séptico e, posteriormente, é encaminhada para a rede de drenagem pluvial. Tal prática é permitida, segundo a NBR 13969/1997, desde que haja autorização do órgão local competente e que atenda os padrões mínimos necessários definidos pela mesma norma.

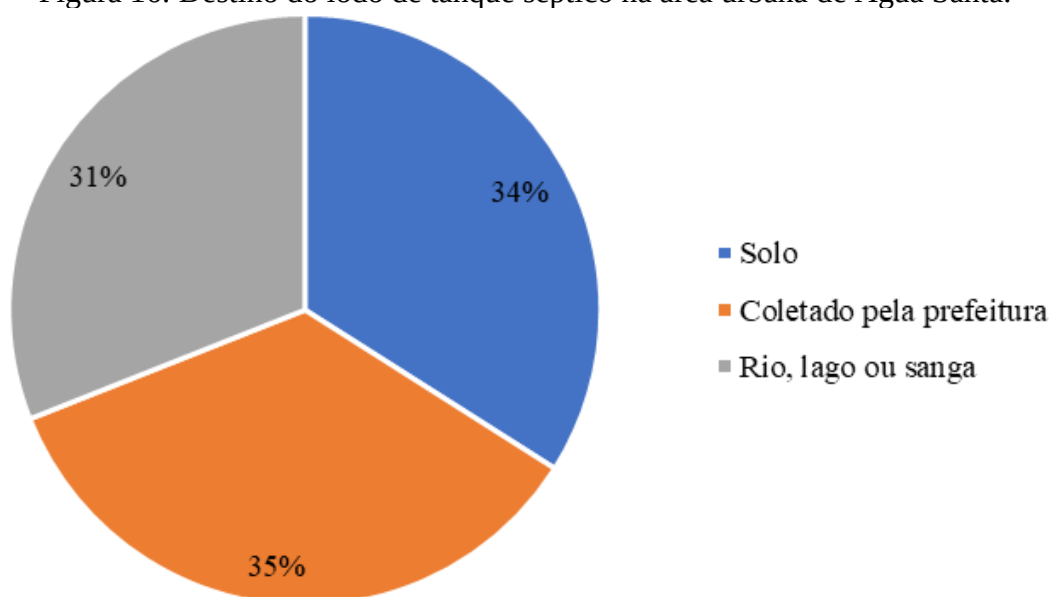
Ainda, 29% dos esgotos gerados são destinados irregularmente, seja em fossas rudimentares, diretamente em rede de drenagem pluvial ou rios, lagos, sangas e no solo.

De acordo com o PMSB (2018), a fiscalização acerca da destinação dos esgotos acontece somente por meio de denúncias, e complementa que no município existe apenas uma conduta de orientação: a instalação de tanque séptico, seguida de filtro biológico e sumidouro, isso para novas construções. Ainda, como não há rede coletora de esgoto, utiliza-se a rede

pluvial para o lançamento das águas servidas nos Rios Ligeiro e desemboca na bacia do Rio Uruguai.

O destino dos lodos de tanques sépticos gerados na área urbana do município está apresentado na Figura 16.

Figura 16: Destino do lodo de tanque séptico na área urbana de Água Santa.



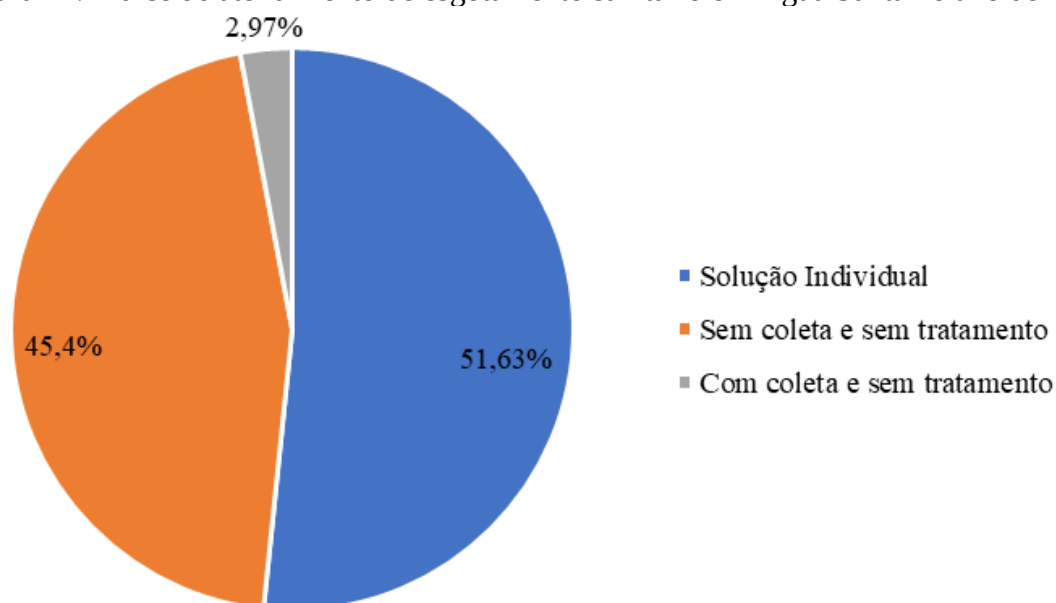
Fonte: Adaptado do PMSB, 2018.

Observa-se que, na área urbana, 65% do lodo gerado tem destino incorreto com disposição no solo (vala ou lavoura) ou diretamente em rios, lagos ou sangas, sendo que apenas 35% é destinado corretamente pela coleta feita pela prefeitura.

Ainda, segundo informações da população, muitos tanques nunca foram esgotados, sinal de que o resíduo está infiltrando no solo. No entanto, o solo característico da região é argiloso, possuindo baixa permeabilidade e características de adsorção, o que possibilita maior assimilação do lodo, mas não elimina o problema relacionado à disposição inadequada desse lodo diretamente no solo (PMSB, 2018).

De acordo com o Atlas Esgotos da ANA (2022), o índice de atendimento de esgotamento sanitário no município no ano de 2013 está apresentado na Figura 17.

Figura 17: Índice de atendimento de esgotamento sanitário em Água Santa no ano de 2013.



Fonte: Adaptado da ANA, 2022.

Através da Figura 17, percebe-se que 51,63% das residências apresentam destinação correta através de solução individual, em contrapartida, 48,37% das residências destinam incorretamente o esgoto.

Na série histórica do SNIS não há informações sobre a situação do esgotamento sanitário no município, reforçando a inexistência de uma rede de coleta de esgoto.

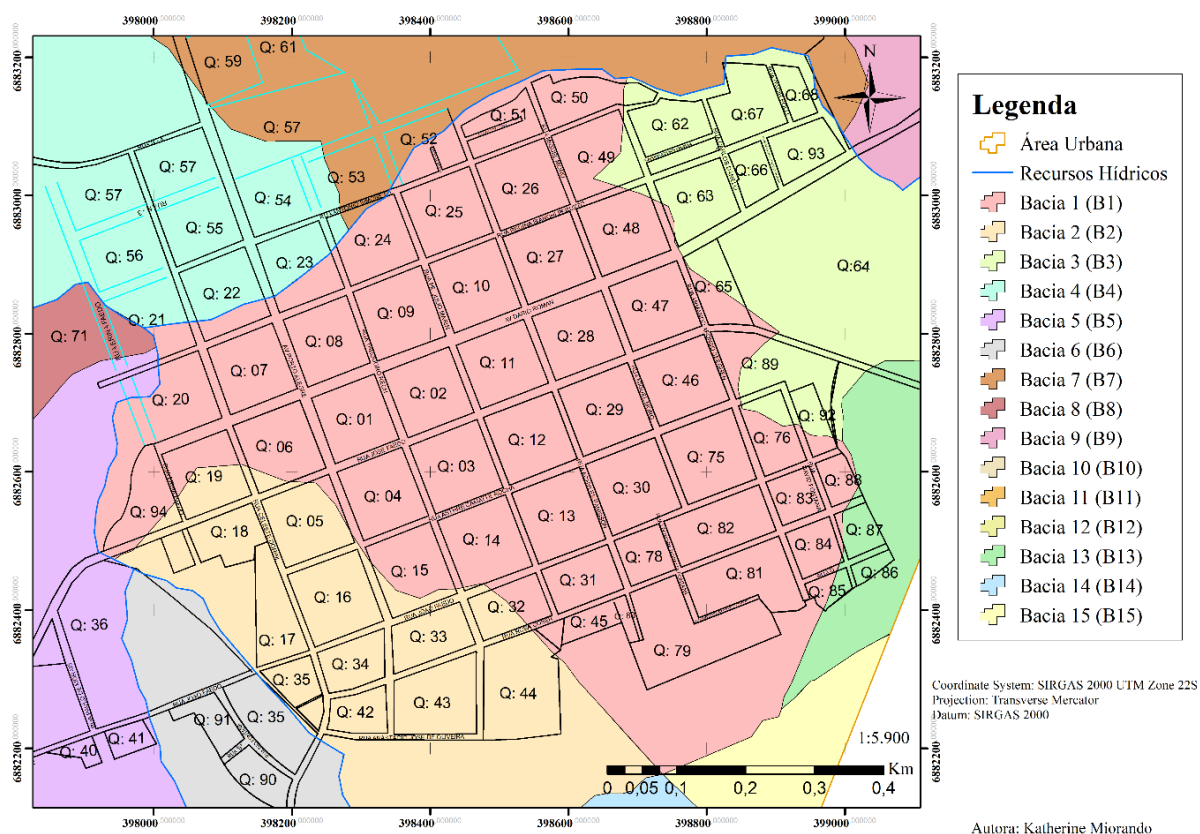
4.2 Análise topográfica e delimitação das bacias de contribuição

Para a realização do mapa topográfico da área urbana do município de Água Santa foram utilizados os softwares ArcGIS e Global Mapper, conforme apresentado no Apêndice B.

A partir da análise topográfica foi possível delimitar, com base no relevo, as bacias de contribuição presentes na área urbana, conforme apresentado no Apêndice C (bacias da área urbana do município), sendo que as mesmas foram nomeadas como Bacia 1 (B1), Bacia 2 (B2), Bacia 4 (B4), Bacia 5 (B5), Bacia 6 (B6), Bacia 7 (B7), Bacia 8 (B8), Bacia 9 (B9), Bacia 10 (B10), Bacia 11 (B11), Bacia 12 (B12), Bacia 13 (B13), Bacia 14 (B14) e Bacia 15 (B15).

Através do mapa com as bacias de contribuição da área urbana do município, identificou-se a bacia com maior número de economias para concepção do projeto de rede coletora, tendo como resultado a Bacia 1 (B1), conforme apresentado na Figura 18.

Figura 18: Bacia com maior número de economias.



Fonte: A autora, 2022.

A Bacia 1, além de englobar um maior número de economias, conta com a maior parte do comércio local e, também, duas escolas e a UBS.

4.3 Projeção populacional e população de projeto

Para realizar a projeção populacional foram obtidos dados dos censos do IBGE referentes aos anos de 1991, 2000 e 2010, sendo que a população urbana do município de Água Santa está apresentada no Quadro 5.

Quadro 5: População urbana de Água Santa conforme o IBGE.

Ano	Habitantes
1991	789
2000	1172
2010	1447

Fonte: Adaptado do IBGE (1991, 2000 e 2010).

A partir desses dados, foi possível realizar a projeção populacional da área urbana do município para 25 anos através dos métodos aritmético, geométrico e curva logística, conforme apresentado nas Tabelas 2, 3 e 4, respectivamente.

Tabela 2: Projeção populacional pelo Método Aritmético.

Método Aritmético			
Ka		34,63157895	
Ano		População	
T0	1991	P0	789
T2	2010	P2	1447
Ti	2023	Pi	1897
Tf	2048	Pf	2763

Fonte: A autora, 2022.

Tabela 3: Projeção populacional pelo Método Geométrico.

Método Geométrico			
Kg		0,031920074	
Ano		População	
T0	1991	P0	789
T2	2010	P2	1447
Ti	2023	Pi	2191
Tf	2048	Pf	4867

Fonte: A autora, 2022.

Tabela 4: Projeção populacional pelo Método da Curva Logística.

Método da Curva Logística			
Ps		1704,29999	
c		1,160076033	
k1		-0,09377453	
Ano		População	
T0	1991	P0	789
T1	2000	P1	1172
T2	2010	P2	1447
Ti	2023	Pi	1611
Tf	2048	Pf	1695

Fonte: A autora, 2022.

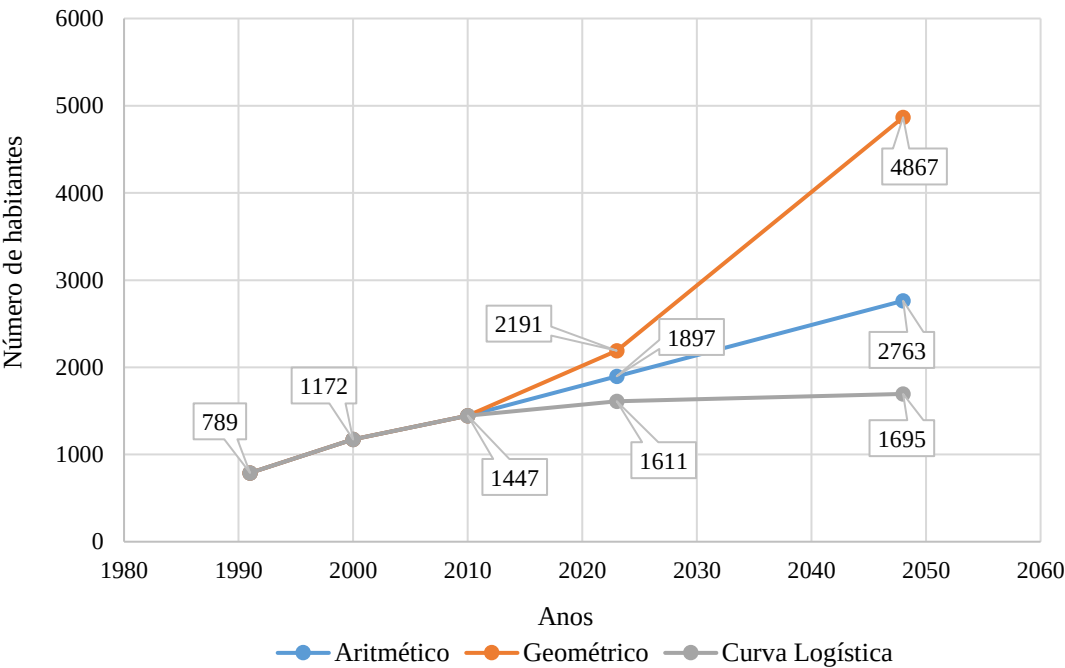
O resumo das projeções realizadas para 25 anos da população urbana de Água Santa está apresentado no Quadro 6 e na Figura 19.

Quadro 6: Projeção populacional pelos métodos aritmético, geométrico e curva logística.

Ano	Habitantes		
	Aritmético	Geométrico	Curva Logística
1991	789	789	789
2000	1172	1172	1172
2010	1447	1447	1447
2023	1897	2191	1611
2048	2763	4867	1695

Fonte: A autora, 2022.

Figura 19: Projeção populacional pelos métodos aritmético, geométrico e curva logística.



Fonte: A autora, 2022.

A partir dos resultados obtidos, verificou-se que o crescimento populacional na área urbana do município de Água Santa tende a ocorrer de forma aritmética. No entanto, para uma maior segurança, optou-se pela projeção de crescimento pelo método geométrico, visto que prevê um maior número de habitantes.

Através de entrevista com um funcionário da CORSAN de Água Santa, obteve-se que, na área urbana do município, no ano de 2022, existem 811 economias ativas de água. Com isso,

dividindo o número de habitantes previsto para 2023, de 2191 habitantes, pelo número de economias ativas de água, obtém-se uma estimativa de taxa de ocupação atual da área urbana de 2,7 habitantes por domicílio.

Ainda, foi realizado o levantamento do número de economias ativas de água na bacia de estudo (B1) através do Google Earth Pro, onde se obteve a existência de 604 economias presentes na mesma. Com esse dado foi possível calcular a população de início (Pi) e final (Pf) de plano para a área de estudo, considerando a taxa de ocupação para início de plano como 2,7 habitantes por domicílio.

Já a estimativa populacional de final de plano foi realizada de duas maneiras. Uma delas considerando a taxa de ocupação de final de plano de 5 habitantes por domicílio, conforme recomenda a CORSAN, e a outra, a partir da taxa de ocupação determinada pela divisão da população estimada pelo método geométrico para 2048, de 4867 habitantes, pelo número total de economias na área urbana. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Estimativa populacional de início e final de plano na área de estudo						
Número de economias na área urbana						
CORSAN (2022)				811		
Número de economias na área de estudo						
Google Earth Pro				604		
Taxa de ocupação (hab./economia)			Ano		Habitantes	
Inicial	2,70	Ti	2023	Pi	1632	
Final (CORSAN)	5,00	Tf	2048	Pf	3020	
Final (Projeção)	6,00	Tf	2048	Pf	3625	

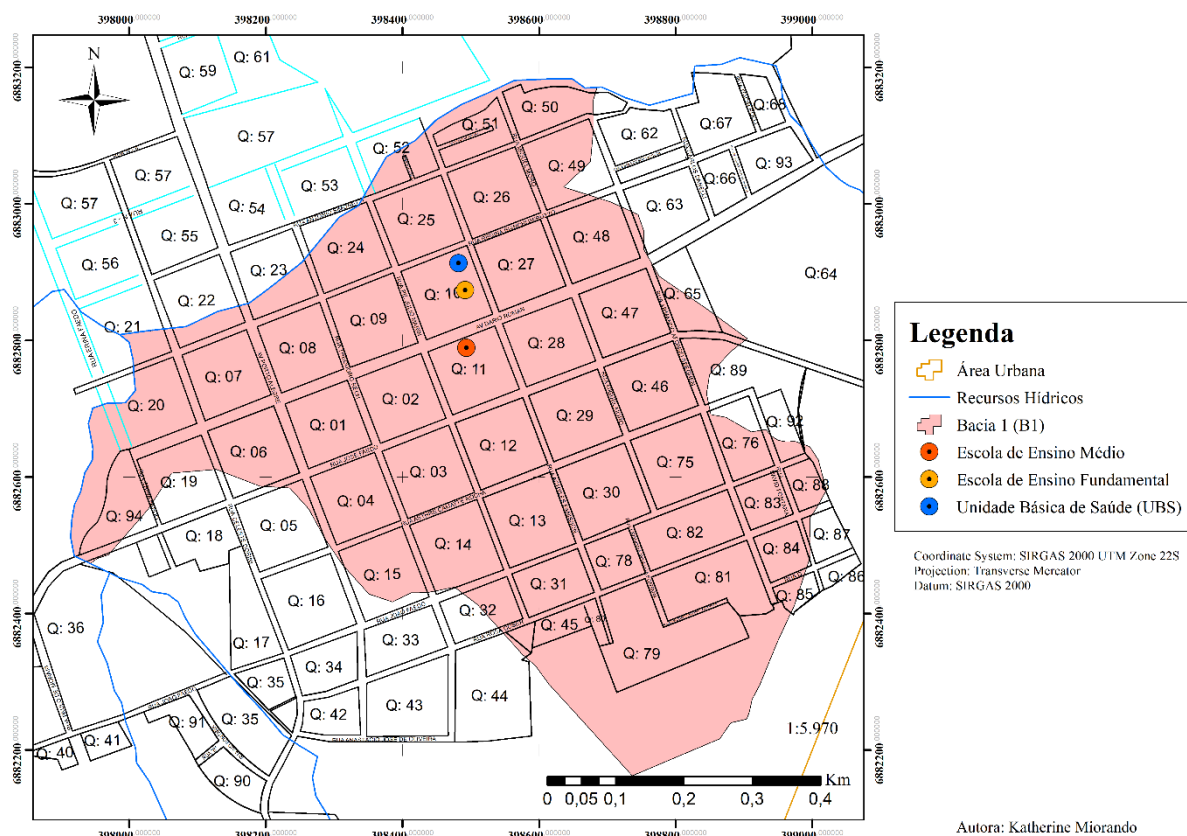
Fonte: A autora, 2022.

Conforme verificado na Tabela 5, a estimativa populacional de final de plano, através da projeção populacional pelo método geométrico, resultou em um maior número de habitantes. Portanto, para uma maior segurança, no dimensionamento da rede coletora da área de estudo será considerado a população de final de plano de 3625 habitantes e uma população de início de plano de 1632 habitantes.

4.4 Contribuições singulares consideradas no estudo

Para o presente trabalho, os consumidores especiais considerados foram duas escolas e a Unidade Básica de Saúde (UBS), visto que se encontram dentro da bacia de estudo (Bacia 1), conforme apresentado na Figura 20.

Figura 20: Contribuições especiais na bacia de estudo.



Fonte: A autora, 2022.

Os consumos considerados para cada local estão apresentados na Tabela 6, sendo que o número de matrículas das escolas, referente ao ano de 2022, foi obtido no site do Departamento de Economia e Estatística (DEE) e a área da UBS foi obtida através do Google Earth Pro.

Tabela 6: Contribuições singulares consideradas no trabalho.

Local	Quantidade	Consumo	Contribuição singular
Escola de Ensino Fundamental	295 matrículas	20 L/dia/aluno	5900 L/dia
Escola de Ensino Médio	97 matrículas	20 L/dia/aluno	1940 L/dia
Unidade Básica de Saúde	644,74 m ²	3,8 L/m ² /dia	2450,01 L/dia

Fonte: A autora, 2022.

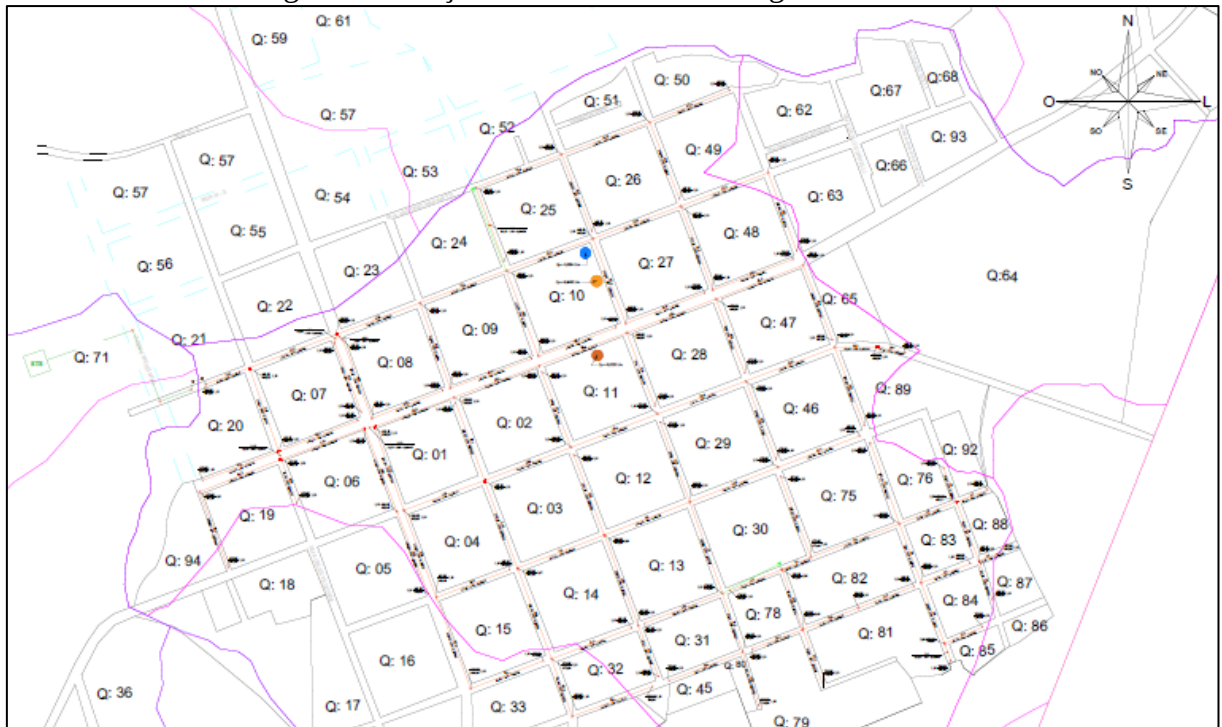
4.5 Dimensionamento da rede coletora de esgoto

A partir do mapeamento topográfico da área de estudo e do mapeamento das quadras do município, foi analisado o caminhamento da tubulação para a coleta de esgoto de forma a conduzir o mesmo por gravidade até o ponto mais baixo da bacia.

A rede coletora foi projetada em rede dupla para as ruas com mais de 14 metros de largura (Avenida Porto Alegre e Avenida Dario Roman) e com rede simples nas ruas com menos de 14 metros de largura.

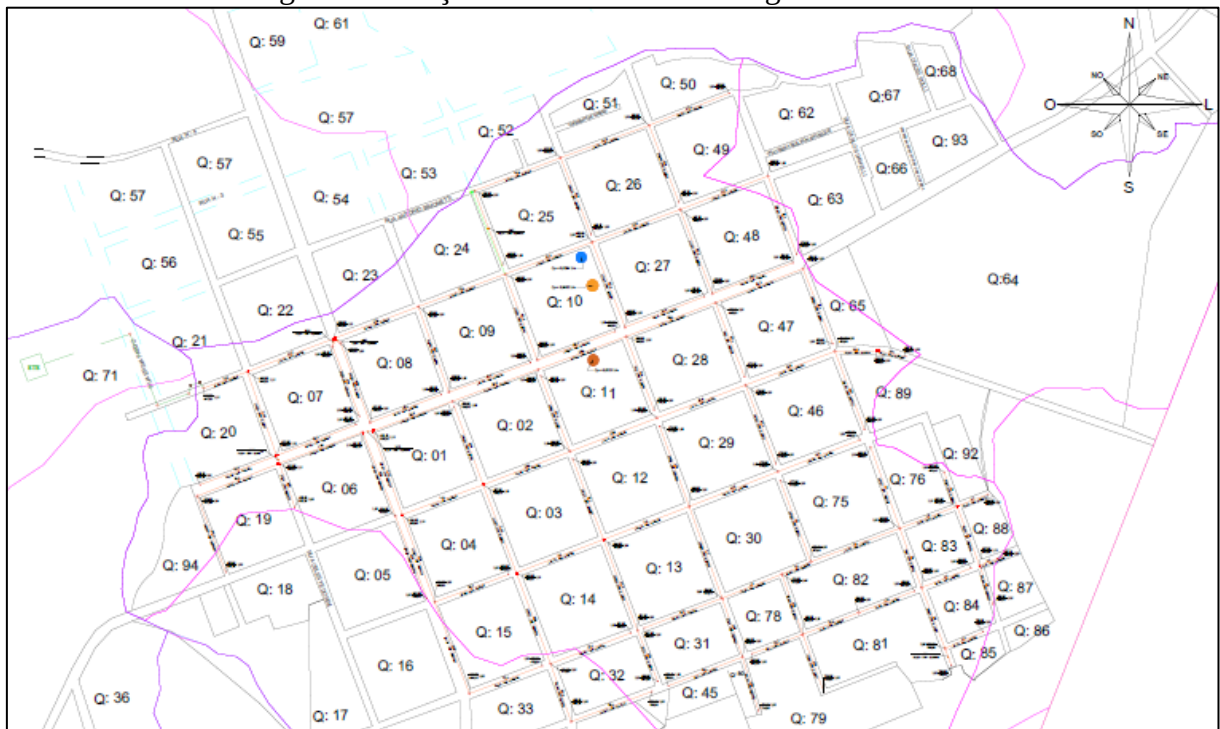
Nas Figuras 21 e 22 é possível comparar os traçados de rede de ambos os cenários considerados, os quais se encontram também nos Apêndices E e H.

Figura 21: Traçado da rede com tecnologia tradicional.



Fonte: A autora, 2022.

Figura 22: Traçado da rede com tecnologia 100% PVC.



Fonte: A autora, 2022.

4.5.1 Dimensionamento com tecnologia tradicional

No dimensionamento da rede com tecnologia tradicional, os resultados obtidos para as vazões, taxas de contribuição e comprimento da rede para a área de estudo, estão apresentados no Quadro 7.

Quadro 7: Vazões, comprimentos e taxas obtidas no dimensionamento da rede com tecnologia tradicional.

Vazão média de esgoto	
Final ($Q_{d,f}$)	6,71 L/s
Inicial ($Q_{d,i}$)	3,02 L/s
Comprimento total da rede	
Rede simples (L_s)	7074,09 m
Rede dupla (L_d)	2314,6 m
Comprimento virtual da rede	
Inicial ($L_{v,i}$)	8231,39 m
Final ($L_{v,f}$)	8231,39 m

Fonte: A autora, 2022.

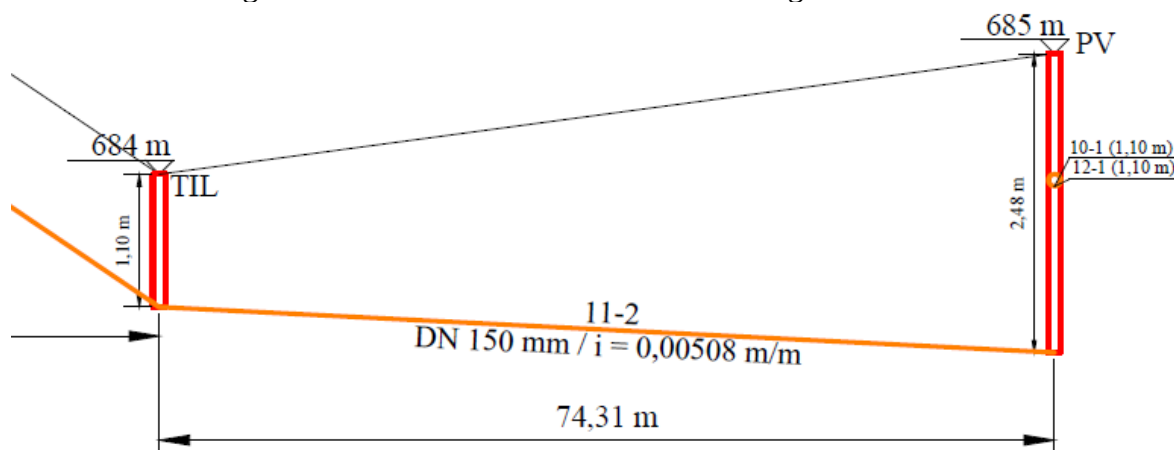
Quadro 7: Vazões, comprimentos e taxas obtidas no dimensionamento da rede com tecnologia tradicional (continuação).

Taxa de contribuição linear inicial	
Rede simples ($T_{x,i,s}$)	0,00105 L/s.m
Rede dupla ($T_{x,i,d}$)	0,00078 L/s.m
Taxa de contribuição linear final	
Rede simples ($T_{x,f,s}$)	0,00197 L/s.m
Rede dupla ($T_{x,f,d}$)	0,00123 L/s.m

Fonte: A autora, 2022.

O dimensionamento da rede com tecnologia tradicional está apresentado no Apêndice D, onde, analisou-se que a maioria das declividades das tubulações seguem a declividade do terreno, conforme topografia da área. Dessa forma, há predominância de profundidades mínimas de 1,10 metros, sendo que o trecho com maior profundidade foi o 11-2 com 2,48 metros, conforme apresentado na vista em corte da Figura 23 e o trecho com maior declividade foi o 13-1 com 0,33779 m/m.

Figura 23: Perfil do trecho 11-2 com tecnologia tradicional.



Fonte: A autora, 2022.

Devido a área de estudo não apresentar uma grande densidade populacional, a maioria dos diâmetros necessários para a tubulação são de 150 mm, com exceção dos trechos 1-13, 1-14, 1-15, 1-16 e 1-17 os quais há a necessidade da adoção de tubulação com diâmetro de 200 mm.

O resumo do dimensionamento com tecnologia tradicional está apresentado no Quadro 8.

O corte em perfil da rede com tecnologia tradicional e o detalhamento dos órgãos acessórios estão apresentadas nos Apêndices F e G.

4.5.2 Dimensionamento com tecnologia 100% PVC

No dimensionamento da rede com tecnologia 100% PVC, os resultados obtidos para vazões, taxas de contribuição e comprimento da rede para a área de estudo, estão apresentados no Quadro 9.

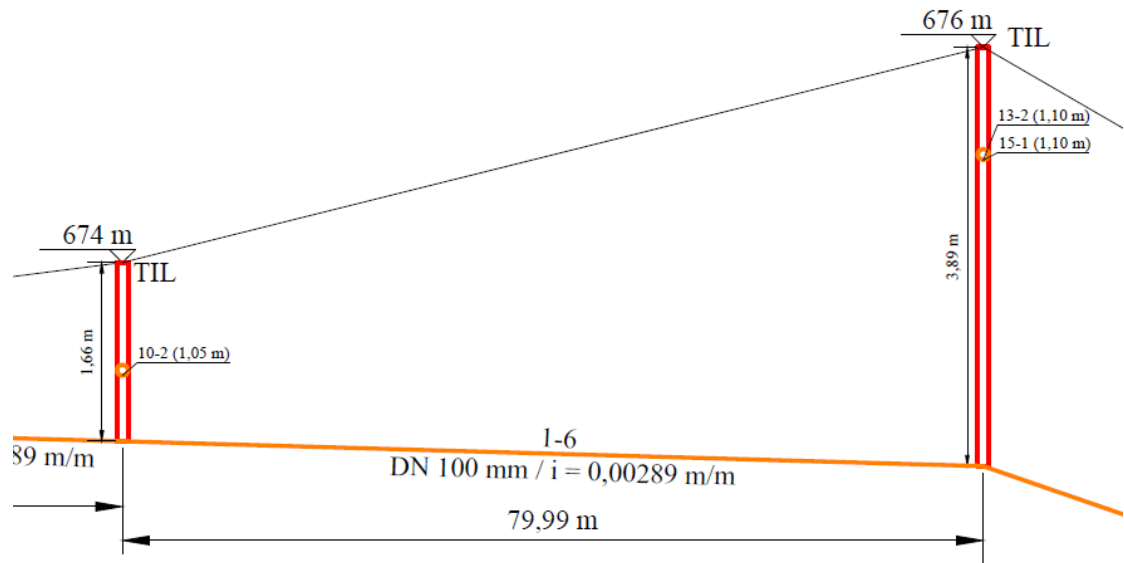
Quadro 9: Vazões, comprimentos e taxas obtidas no dimensionamento da rede com tecnologia tradicional.

Vazão média de esgoto	
Final ($Q_{d,f}$)	6,71 L/s
Inicial ($Q_{d,i}$)	3,02 L/s
Comprimento total da rede	
Rede simples (L_s)	7083,73 m
Rede dupla (L_d)	2314,6 m
Comprimento virtual da rede	
Inicial ($L_{v,i}$)	8241,03 m
Final ($L_{v,f}$)	8241,03 m
Taxa de contribuição linear inicial	
Rede simples ($T_{x,i,s}$)	0,00056 L/s.m
Rede dupla ($T_{x,i,d}$)	0,00029 L/s.m
Taxa de contribuição linear final	
Rede simples ($T_{x,f,s}$)	0,00148 L/s.m
Rede dupla ($T_{x,f,d}$)	0,00074 L/s.m

Fonte: A autora, 2022.

O dimensionamento da rede com tecnologia 100% PVC está apresentado no Apêndice D, onde, analisou-se que a maioria das declividades das tubulações seguem a declividade do terreno, conforme topografia da área. Dessa forma, a maioria da tubulação apresenta profundidade mínima de 1,05 metros, sendo que o trecho com maior profundidade foi o Trecho 1-6 com 3,89 metros, conforme apresentado na vista em corte da Figura 25, e o trecho com maior declividade foi o 13-1 com 0,33779 m/m.

Figura 25: Perfil do trecho 1-6 com tecnologia 100% PVC.



Fonte: A autora, 2022.

Devido a área de estudo não apresentar uma grande densidade populacional, a maioria dos diâmetros necessários para a tubulação são de 100 mm, com exceção dos trechos 1-9, 1-10, 1-11, 1-12 e 37-7, os quais há a necessidade da adoção de diâmetros de 150 mm, e nos trechos 1-13, 1-14, 1-15, 1-16 e 1-17, onde é necessário diâmetro de 200 mm.

O resumo do dimensionamento com tecnologia 100% PVC está apresentado no Quadro 10.

Quadro 10: Resumo do dimensionamento com tecnologia 100% PVC.

Quantidade de poços de visita (PV)	0
Quantidade de tubos de inspeção e limpeza (TIL)	55
Quantidade de terminais de limpeza (TL)	47
Quantidade de caixas de passagem (CP)	1
Quantidade de estações elevatórias (EE)	1
Comprimento de rede com diâmetro de 100 mm*	10.510,7 m
Comprimento de rede com diâmetro de 150 mm*	587,63 m
Comprimento de rede com diâmetro de 200 mm*	302,24 m
Maior declividade adotada	0,33779 m/m
Maior profundidade	3,89 m
Quantidade de tubos de queda (TQ)	6
Quantidade de degraus	20

*Considerando a declividade

Fonte: A autora, 2022.

No dimensionamento da rede com tecnologia 100% PVC houve a necessidade de instalação de uma estação elevatória para superar o desnível de 10 metros para levar o esgoto dos trechos 41-3 e 44-1 até a montante do trecho 37-5.

O corte em perfil da rede com tecnologia 100% PVC e o detalhamento dos órgãos acessórios estão apresentadas nos Apêndices I e J.

5.6 Estimativa orçamentária das alternativas em estudo

Para estimar os custos referentes a implantação da rede coletora com tecnologia tradicional e com tecnologia 100% PVC, foi determinada a profundidade média de cada um dos órgãos acessórios necessários no dimensionamento. Os valores padrões de cada insumo foram obtidos através do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), referente ao mês de agosto de 2022, com exceção do TIL radial e passagem, os quais foram obtidos em contato com revendedores.

5.6.1 Orçamento da tubulação

Na Tabela 7 está apresentada a comparação dos custos com a tubulação para a rede coletora com tecnologia tradicional e 100% PVC.

Tabela 7: Estimativa orçamentária da tubulação para a tecnologia tradicional e 100% PVC.

Extensão da tubulação	Tecnologia Tradicional		Tecnologia 100% PVC	
DN 100 mm (m)	0	-	10.510,74	R\$ 462.998,10
DN 150 mm (m)	11.098,37	R\$ 1.054.234,17	587,63	R\$ 55.818,97
DN 200 mm (m)	302,41	R\$ 43.123,67	302,24	R\$ 43.099,42
Estimativa de custo	R\$ 1.097.357,83		R\$ 561.916,49	

Fonte: A autora, 2022.

Através da Tabela 7, percebe-se que a estimativa de custos com tubulação para a tecnologia tradicional foi quase o dobro da estimativa de custos para a tecnologia 100% PVC. Isso ocorre pois, na tecnologia 100% PVC foi possível utilizar tubulações com diâmetro de 100 mm, o qual é mais barato que as tubulações com 150 mm de diâmetro.

Portanto, o emprego da tecnologia tradicional resultou em um aumento de 95,3% nos custos com tubulação quando comparado ao emprego de tecnologia 100% PVC.

5.6.2 Orçamento dos órgãos acessórios

Na Tabela 8 está apresentada a comparação dos custos com os órgãos acessórios para a rede coletora com tecnologia tradicional e 100% PVC. Vale ressaltar que a estimativa de custo para caixa de passagem foi considerada em concreto para ambas as tecnologias, visto que a mesma não foi encontrada em PVC em catálogos de revendedores.

Tabela 8: Estimativa orçamentária dos órgãos acessórios para a tecnologia tradicional e 100% PVC.

Órgão acessório	Tecnologia Tradicional		Tecnologia 100% PVC	
Poço de Visita (PV) (un.)	5	R\$ 10.924,25	0	-
Tubo de Inspeção para Limpeza (TIL) (un.)	50	R\$ 59.482,00	55	R\$ 88.811,72
Terminal de Limpeza (TL) (un.)	48	R\$ 24.369,22	47	R\$ 18.998,81
Tubo de Queda (TQ) (un.)	8	R\$ 3.998,19	6	R\$ 1.316,43
Caixa de Passagem (CP) (un.)	1	R\$ 340,05	1	R\$ 207,23
Estimativa de custo		R\$ 99.113,71		R\$ 109.334,19

Fonte: A autora, 2022.

Conforme a Tabela 8, ao contrário da estimativa para a tubulação, na estimativa de custos para os órgãos acessórios, percebe-se os custos para a tecnologia 100% PVC foram 10,3% maiores em comparação com a tecnologia tradicional. A diferença observada, ocorre devido aos maiores custos com os tubos de inspeção para limpeza em PVC, enquanto a utilização de pré-moldados para a tecnologia tradicional se torna mais barato.

5.6.3 Custo total

A partir da soma das estimativas de custo obtidas, obteve-se o custo total para cada um dos cenários projetados, conforme apresentado no Quadro 11.

Quadro 11: Estimativa orçamentária total da rede coletora com tecnologia tradicional e 100% PVC.

	Tecnologia Tradicional	Tecnologia 100% PVC
Estimativa de custo total	R\$ 1.196.478,67	R\$ 671.250,69

Fonte: A autora, 2022.

De acordo com o Quadro 11, percebe-se que a estimativa de custos com a tecnologia tradicional é 43,9% maior em comparação a tecnologia 100% PVC, sendo que não foram considerados os custos referentes as estações elevatórias, onde na tecnologia tradicional há duas e na tecnologia 100% PVC apenas uma. Vale ressaltar, também, que não foram incluídos os custos com escavação e reaterro das valas.

5.7 Comparação das tecnologias tradicional e 100% PVC

A comparação do emprego da tecnologia tradicional e da tecnologia 100% PVC está apresentada no Quadro 12.

Quadro 12: Comparação da tecnologia tradicional e 100% PVC.

Elemento comparativo	Tecnologia tradicional	Tecnologia 100% PVC
Quantidade de poços de visita (PV)	5	0
Quantidade de tubos de inspeção e limpeza (TIL)	50	55
Quantidade de terminais de limpeza (TL)	48	47
Quantidade de caixas de passagem (CP)	1	1
Quantidade de estações elevatórias (EE)	2	1
Comprimento de rede com diâmetro de 100 mm*	0	10.510,7 m
Comprimento de rede com diâmetro de 150 mm*	11.098,37 m	587,63 m
Comprimento de rede com diâmetro de 200 mm*	302,46 m	302,24 m
Maior declividade adotada	0,33779 m/m	0,33779 m/m
Maior profundidade	2,48 m	3,89 m
Quantidade de tubos de queda (TQ)	8	6
Quantidade de degraus	11	20
Custo estimado com material	R\$ 1.196.478,67	R\$ 671.250,69

*Considerando a declividade

Fonte: A autora, 2022.

A partir do dimensionamento da rede coletora com cada uma das alternativas e com o orçamento finalizado, pode-se realizar uma análise dos sistemas.

Na alternativa com tecnologia tradicional para a rede coletora, verifica-se a necessidade de maiores declividades mínimas e maiores taxas de infiltração. Além disso, devido a exigência de maiores declividades, foi inevitável a projeção de duas estações elevatórias para projeção da rede coletora na bacia de estudo.

Em contrapartida, na alternativa com tecnologia 100% PVC, possibilitou-se uma menor taxa de infiltração e menores declividades mínimas, sendo necessária apenas uma estação elevatória na bacia de estudo.

Ademais, quanto ao orçamento, a alternativa com tecnologia tradicional tem um custo estimado com material de quase o dobro do custo estimado para a tecnologia 100% PVC, tais valores desconsiderando a existência das estações elevatórias, as quais aumentariam ainda mais a diferença de valores para ambas as opções, visto que para a primeira alternativa são necessárias duas estações elevatórias, enquanto para a segunda, apenas uma.

5.8 Análise final do estudo

A partir da comparação das duas alternativas, verificou-se que a rede coletora com tecnologia 100% PVC se mostrou mais viável para implantação, pois apresenta:

- Maior qualidade e rapidez do sistema 100% PVC, visto a maior facilidade de montagem e as menores infiltrações na rede;
- Menor custo estimado para a obra;
- Necessidade de apenas uma estação elevatória;
- Melhor custo-benefício.

5 CONCLUSÕES

No presente trabalho foi realizado um levantamento da situação atual do sistema de esgotamento sanitário na área urbana do município de Água Santa – RS, assim como, foi elaborado o dimensionamento de uma rede coletora do tipo separador absoluto para parte da área urbana do município com duas tecnologias diferentes, tradicional e 100% PVC, e, por fim, uma estimativa de custos com materiais para cada alternativa.

Após o diagnóstico da situação atual, verificou-se que no município não há um sistema coletivo de coleta e tratamento dos esgotos, sendo que, aproximadamente metade da população destina corretamente, através de sistema individual de tratamento, e o restante da população destina de forma incorreta em rios, na rede de drenagem pluvial, solo, entre outros, sem o devido tratamento.

Para a comparação no dimensionamento da rede coletora com tecnologia tradicional e com tecnologia 100% PVC, foi delimitada uma bacia na área urbana do município, através de curvas de nível obtidas nos softwares Global Mapper e ArcGIS, visto que o município não conta com mapa planialtimétrico. Com isso, e com o mapeamento das quadras, foi possível definir o melhor trajeto para a rede coletora de esgoto, de forma a conduzir o efluente através da gravidade.

Por meio de bibliografias e normas vigentes, assim como, com a utilização dos softwares AutoCAD e Excel, foi possível obter resultados significativos para ambos os sistemas dimensionados. Para o dimensionamento com tecnologia tradicional foi verificado a necessidade de instalação de duas estações elevatórias, enquanto para a tecnologia 100% PVC apenas uma. Além disso, na estimativa de custos com materiais, mesmo desconsiderando o valor das estações elevatórias, verificou-se que a tecnologia tradicional resultaria em um custo 43,9% maior.

Com isso, concluiu-se, apesar de a utilização de diâmetro de 100 mm para a tubulação apresentar maiores chances de causar obstruções na rede, a alternativa mais viável foi a rede coletora com tecnologia 100% PVC, visto que, além de ser mais viável economicamente, o emprego de PVC em redes coletoras de esgoto aumenta a qualidade e a durabilidade do sistema, devido a sua estanqueidade e resistência química, além de apresentar maior facilidade de instalação, comparado ao emprego de materiais como anéis de concreto.

Portanto, evidenciou-se a importância da construção de uma rede coletora de esgoto para o município de Água Santa, visto que uma parte ainda não apresenta destinação correta do mesmo. A realização de coleta e tratamento do esgoto gerado garantem a melhoria da qualidade

de vida da população, evitando doenças relacionadas, e, também, evitam a poluição dos recursos hídricos.

Por fim, para complementar e dar continuidade a este trabalho, algumas sugestões para trabalhos futuros realizados na mesma área são:

- Estimar custos referentes a escavação, reaterro das valas e estações elevatórias;
- Realizar o dimensionamento da estação de tratamento de esgoto;
- Verificar a viabilidade de implantação da rede coletora nas bacias não abrangidas neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7229:** projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.

_____. **ABNT NBR 8160:** sistemas prediais de esgotamento sanitário – projeto e execução. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

_____. **ABNT NBR 9648:** estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

_____. **ABNT NBR 9649:** projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

_____. **ABNT NBR 12266:** projeto e execução de valas para assentamento de tubulações de água, esgoto ou drenagem urbana. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

_____. **ABNT NBR 13969:** tanques sépticos - unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

_____. **ABNT NBR 14486:** sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário – projeto de redes coletoras com tubo de PVC. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. *Atlas Esgotos*. Disponível em: <<http://atlasesgotos.ana.gov.br/>>. Acesso em: 15 abr. 2022.

ARGENTON, Marlene Aparecida. *A universalização do saneamento no Brasil: uma análise sobre a influência do acesso aos serviços de esgotamento sanitário na saúde pública (2008 a 2017)*. 2020. Dissertação (Mestrado em Economia) – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, 2020.

AZEVEDO NETTO, José Martiniano de. *Manual de hidráulica*. 9. ed. São Paulo: Blucher, 2015.

BEVILACQUA, Nelson. *Materiais de tubulações utilizadas em sistemas de coleta e transporte de esgotos sanitários*. Estudo de caso da área norte de São Paulo. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BRASIL. **Lei Federal Nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. Brasília: Fundação Nacional da Saúde/Ministério da Saúde, 2006.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 5. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde/Ministério da Saúde, 2019. 545 p.

BRUM, Marília de Marco. *Análise e modelagem de um sistema unitário visando à universalização do esgotamento sanitário*. 2019. Dissertação (Mestrado em Recursos

Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

CAVINATTO, Vilma Maria. *Saneamento básico: fonte de saúde e bem-estar*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2003.

COLE, Douglas. *Redes de esgotamento sanitário: análise de alternativas para a cidade de Ciriaco/RS*. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2020.

CORSAN – COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO. **Manual de procedimentos para projeto e execução de parcelamento de solo**. Anexo E: diretrizes técnicas. Porto Alegre: CORSAN, 2016.

DEE - DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA. **DEEDADOS**. 2022. Disponível em: <<http://deedados.planejamento.rs.gov.br/feedados/#!pesquisa=0>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

FERNANDES, Vera Cartana; SCORTEGAGNA, Vinícius. **Sistemas de esgoto sanitário**. Apostila material didático da disciplina de Projeto de Sistemas Urbanos de Esgotamento Sanitário. 2021. Universidade de Passo Fundo, 2021.

HOSKEN, Rodrigo Santos. Evolução Histórica do Saneamento Básico no Brasil – Do PLANASA até o Novo Marco Legal do Saneamento (Lei nº 14.026/2020). In: GOMES, Fábio Luiz (Org.). *Saneamento Básico: Aspectos jurídicos*. 1. ed. São Paulo: Almedina, 2021. p. 197-215.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Água Santa*. 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/agua-santa/panorama>>. Acesso em: 04 abr. 2022.

_____. *Cidades*. 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 02 maio 2022.

LIMA, Gislene Rocha de. Modelos e mecanismos de regulação independente. In: GALVÃO JUNIOR, Alceu de Castro; MELO, Alisson José Maia; MONTEIRO, Mario Augusto P (Org.). *Regulação do saneamento básico*. 1. ed. Barueri: Manole Ltda., 2013. p. 1-32. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788520445051/pageid/25>>. Acesso em: 09 abr. 2022.

LOBO, Luiz Nascimento. *O saneamento básico no Brasil: um estudo sobre a distribuição de investimentos públicos federais nas cidades médias entre 2004 e 2013*. 2016. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano Regional) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016.

PMSB – PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO. Plano Municipal de Saneamento Básico de Água Santa. 2018.

SANTANA, Livia *et al.* Indicadores de consumo de água de estabelecimentos assistenciais de saúde do Distrito Federal. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS DESEMPENHO E INOVAÇÃO DE SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS BRASILEIRO DE BANCO DE DADOS, 8., 2019, São Paulo. **Simpósio** [...]. São Paulo: [s. n.], 2019.

Disponível em: <<https://eventos.antac.org.br/index.php/sispred/article/view/1580>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

SEMA – SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. G040 – Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas. Disponível em: <<https://sema.rs.gov.br/g040-bh-taquari-antas>>. Acesso em: 04 abr. 2022.

_____. U010 – Bacia Hidrográfica dos Rios Apuaê – Inhandava. Disponível em: <<https://sema.rs.gov.br/u010-bh-apuae-inhandava>>. Acesso em: 04 abr. 2022.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO.

Diagnóstico temático - serviços de água e esgoto: visão geral ano de referência 2020. 2021. Disponível em:

<http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2020/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VI_SAO_GERAL_AE_SNIS_2021.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2022.

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

TOCHETTO, Márcio. *Gestão comparativa de sistemas de coleta e tratamento de esgoto visando a universalização e a sustentabilidade*. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade de Passo Fundo, 2021.

TOMAZ, Plínio. Previsão de consumo de água: interface nas instalações prediais de água e esgoto com os serviços públicos. 1999. Disponível em: <https://docplayer.com.br/506889-Previsao-de-consumo-de-agua.html#download_tab_content>. Acesso em: 07 jun. 2022.

VON SPERLING, Marcos. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. v. 1.

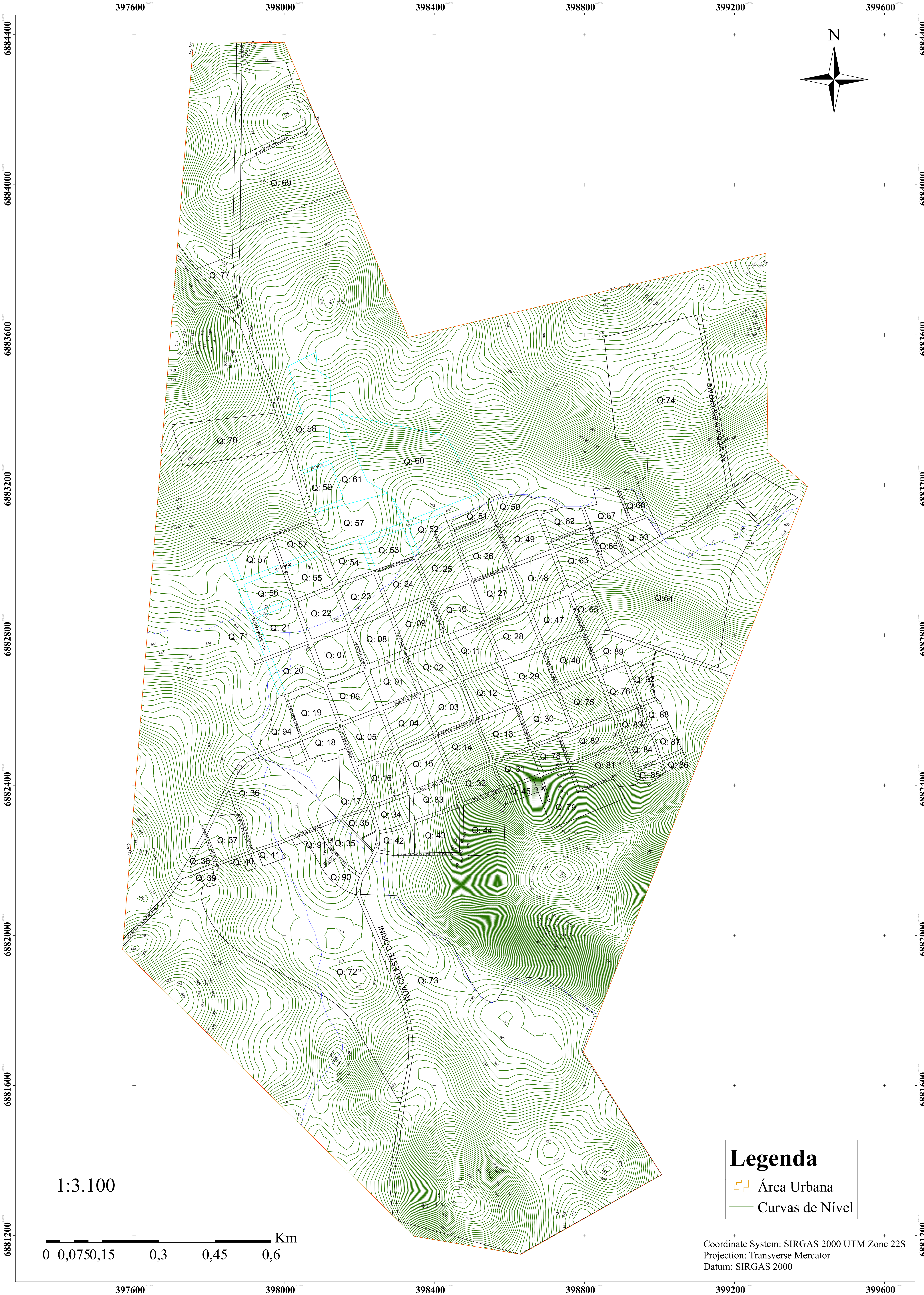
APÊNDICES

Apêndice A: Tabela de verificações das tubulações para coeficiente de Manning igual a 0,010 (Adaptada de FERNANDES, SCORTEGAGNA, 2021)

			Tabela para Dimensionamento e Verificação de Tubulações de Esgoto – Manning com n = 0,010																																
			y/D	0,050	0,100	0,125	0,150	0,175	0,200	0,225	0,250	0,275	0,300	0,325	0,350	0,375	0,400	0,425	0,450	0,475	0,500	0,525	0,550	0,575	0,600	0,625	0,650	0,675	0,700	0,725	0,750	0,80	0,850		
			a	0.9021	1.287	1.4455	1.5908	1.7264	1.8546	1.9769	2.0944	2.2081	2.3186	2.4265	2.5322	2.6362	2.7389	2.8405	2.9413	3.0416	3.1416	3.2416	3.3419	3.4427	3.5443	3.647	3.751	3.8567	3.9646	4.0751	4.1888	4.4286	4.6924		
			f(a)	0.0302	0.1312	0.2092	0.3054	0.4193	0.5502	0.6976	0.8607	1.0386	1.2304	1.4353	1.6521	1.8798	2.1174	2.3635	2.6171	2.8769	3.1416	3.4098	3.6801	3.9511	4.2213	4.489	4.7527	5.0104	5.2605	5.5009	5.7295	6.1416	6.4744		
D (m)	Rh/D	Q/raiz (l)	0.033	0.064	0.078	0.093	0.107	0.121	0.134	0.147	0.159	0.171	0.182	0.193	0.204	0.214	0.224	0.233	0.242	0.25	0.258	0.265	0.272	0.278	0.283	0.288	0.293	0.296	0.299	0.302	0.304	0.303			
0.100	Q/raiz (l)	0.0003	0.0014	0.0022	0.0033	0.0044	0.0059	0.0074	0.0092	0.0111	0.0131	0.0153	0.0177	0.0202	0.0226	0.0252	0.0280	0.0308	0.0335	0.0364	0.0394	0.0423	0.0451	0.0480	0.0508	0.0536	0.0562	0.0588	0.0612	0.0657	0.0692				
0.150		0.0009	0.0042	0.0066	0.0096	0.0133	0.0173	0.0220	0.0272	0.0328	0.0387	0.0452	0.0520	0.0593	0.0667	0.0745	0.0824	0.0906	0.0989	0.1074	0.1160	0.1245	0.1330	0.1414	0.1498	0.1578	0.1658	0.1733	0.1806	0.1936	0.2040				
0.200		0.0021	0.0088	0.0142	0.0207	0.0285	0.0373	0.0473	0.0584	0.0705	0.0835	0.0974	0.1121	0.1275	0.1437	0.1604	0.1776	0.1953	0.2132	0.2314	0.2497	0.2682	0.2865	0.3046	0.3225	0.3400	0.3570	0.3732	0.3888	0.4168	0.4394				
0.250		0.0038	0.0161	0.0257	0.0376	0.0516	0.0677	0.0858	0.1060	0.1278	0.1515	0.1765	0.2033	0.2313	0.2605	0.2908	0.3220	0.3540	0.3865	0.4195	0.4528	0.4862	0.5194	0.5524	0.5847	0.6165	0.6473	0.6768	0.7050	0.7557	0.7966				
0.300		0.0060	0.0263	0.0419	0.0611	0.0839	0.1101	0.1396	0.1723	0.2077	0.2462	0.2872	0.3306	0.3761	0.4237	0.4729	0.5236	0.5756	0.6286	0.6822	0.7363	0.7905	0.8446	0.8982	0.9510	1.0024	1.0525	1.1006	1.1463	1.2288	1.2953				
0.375		0.0109	0.0476	0.0759	0.1108	0.1521	0.1996	0.2531	0.3123	0.3767	0.4464	0.5207	0.5993	0.6820	0.7680	0.8574	0.9494	1.0436	1.1397	1.2370	1.3350	1.4334	1.5313	1.6284	1.7241	1.8175	1.9083	1.9955	2.0784	2.2279	2.3487				
0.400		0.0130	0.0566	0.0902	0.1316	0.1807	0.2371	0.3006	0.3709	0.4475	0.5301	0.6184	0.7119	0.8100	0.9123	1.0184	1.1278	1.2397	1.3537	1.4693	1.5857	1.7025	1.8190	1.9343	2.0479	2.1589	2.2667	2.3703	2.4688	2.6463	2.7898				
0.450		0.0178	0.0774	0.1234	0.1802	0.2473	0.3246	0.4116	0.5077	0.6127	0.7258	0.8467	0.9746	1.1089	1.2490	1.3943	1.5439	1.6970	1.8532	2.0114	2.1709	2.3308	2.4902	2.6480	2.8036	2.9556	3.1031	3.2449	3.3797	3.6228	3.8191				
0.500		0.0235	0.1024	0.1634	0.2386	0.3276	0.4299	0.5450	0.6724	0.8115	0.9612	1.1214	1.2906	1.4686	1.6541	1.8465	2.0446	2.2476	2.4544	2.6640	2.8751	3.0869	3.2978	3.5070	3.7131	3.9144	4.1098	4.2975	4.4762	4.7982	5.0582				
0.600		0.0384	0.1667	0.2659	0.3881	0.5326	0.6990	0.8862	1.0934	1.3194	1.5631	1.8234	2.0989	2.3881	2.6898	3.0026	3.3248	3.6548	3.9911	4.3319	4.6752	5.0196	5.3628	5.7028	6.0377	6.3652	6.6829	6.9884	7.2787	7.8023	8.2251				
0.700		0.0579	0.2514	0.4009	0.5853	0.8034	1.0544	1.3368	1.6493	1.9903	2.3579	2.7504	3.1659	3.6023	4.0576	4.5292	5.0153	5.5130	6.0203	6.5342	7.0522	7.5716	8.0893	8.6024	9.1075	9.6015	10.0807	10.5414	10.9794	11.7692	12.4071				
0.800		0.0826	0.3589	0.5725	0.8356	1.1471	1.5054	1.9087	2.3548	2.8415	3.3665	3.9269	4.5201	5.1432	5.7931	6.4665	7.1604	7.8711	8.5953	9.3291	10.0686	10.8102	11.5493	12.2818	13.0026	13.7085	14.3923	15.0501	15.6754	16.8038	17.7138				
0.900		0.1130	0.4914	0.7838	1.1440	1.5704	2.0609	2.6130	3.2237	3.8901	4.6088	5.3759	6.1880	7.0411	7.9307	8.8527	9.8027	10.7757	11.7671	12.7716	13.7839	14.7992	15.8106	16.8142	17.8009	18.7668	19.7041	20.6037	21.4604	23.0035	24.5202				
1000		0.1496	0.6508	1.0381	1.5150	2.0799	2.7295	3.4606	4.2695	5.1520	6.1038	7.1200	8.1955	9.3252	10.5035	11.7246	12.9826	14.2714	15.5844	16.9143	18.2559	19.6001	20.9404	22.2690	23.5768	24.8547	26.0949	27.2883	28.4219	30.4668	32.1178				
1100		0.1931	0.8390	1.3384	1.9535	2.6818	3.5194	4.4620	5.5050	6.6430	7.8701	9.1802	10.5671	12.0236	13.5434	15.1177	16.7401	18.4015	20.0941	21.8101	23.5391	25.2720	26.9997	28.7118	30.3992	32.0476	33.6466	35.1845	36.6470	39.2821	41.4115				
1200		0.2434	1.0582	1.6879	2.4636	3.3821	4.4385	5.6273	6.9428	8.3779	9.9254	11.5778	13.3263	15.1632	17.0794	19.0658	21.1107	23.2063	25.3422	27.5054	29.6855	31.8721	34.0509	36.2102	38.3370	40.4170	42.4346	44.3729	46.2176	49.5417	52.2262				
1500	0.4414	1.9185	3.0603	4.4669	6.1321	8.0474	10.203	12.588	15.191	17.996	20.992	24.163	27.494	30.967	34.568	38.277	42.077	45.947	49.871	53.824	57.788	61.738	65.655	69.511	73.281	76.938	80.454	83.797	89.825	94.692					
1750	0.6656	2.8941	4.6163	6.7382	9.2498	12.1389	15.391	18.988	22.913	27.145	31.664	36.448	41.473	46.713	52.143	57.538	63.470	69.308	75.226	81.190	87.169	93.129	99.035	104.85	110.54	116.06	121.36	129.00	135.50	142.83					
2000	0.9504	4.1319	6.5909	9.6201	13.207	17.3316	21.974	27.110	32.713	38.757	45.209	52.038	59.211	66.693	74.446	82.434	90.618	98.953	107.402	115.917	124.453	132.964	141.401	149.70	157.82	165.70	173.26	180.47	193.45	203.93					
0.100	V/raiz (l)	2.20	3.43	3.95	4.42	4.85	5.27	5.64	5.99	6.32	6.63	6.93	7.20	7.46	7.71	7.94	8.16	8.36	8.55	8.72	8.89	9.04	9.17	9.30	9.40	9.49	9.57	9.65	9.69	9.75	9.72				
0.150		2.87	4.50	5.17	5.79	6.36	6.89	7.38	7.85	8.28	8.70	9.09	9.44	9.79	10.10	10.41	10.69	10.96	11.21	11.43	11.65	11.84	12.01	12.17	12.31	12.44	12.55	12.64	12.70	12.77	12.74				
0.200		3.48	5.45	6.27	7.02	7.71	8.35	8.94	9.52	10.04	10.53	11.00	11.44	11.86	12.25	12.61	12.95	13.27	13.57	13.85	14.11	14.34	14.56	14.74	14.92	15.07	15.20	15.30	15.38	15.47	15.43				
0.250		4.04	6.32	7.27	8.14	8.94	9.69	10.39	11.04	11.65	12.22	12.77	13.27	13.75	14.21	14.64	15.03	15.41	15.74	16.07	16.37	16.64	16.89	17.11	17.32	17.60	17.64	17.76	17.85	17.95	17.91				
0.300		4.56	7.14	8.20	9.19	10.10	10.93	11.73	12.47	13.16	13.81	14.42	14.99	15.54	16.04	16.52	16.98	17.39	17.78	18.15	18.49	18.80	19.07	19.33	19.55	19.75	19.92	20.05	20.16	20.27	20.23				
0.375		5.30	8.28	9.53	10.66	11.71	12.69	13.61	14.46	15.26	16.02	16.73	17.39	18.03	18.62	19.18	19.70	20.19	20.63	21.06	21.45	21.80	22.13	22.43	22.69	22.92	23.11	23.27	23.39	23.52	23.48				
0.400		5.54	8.65	9.95	11.13	12.23	13.25	14.21	15.09	15.94	16.72	17.46	18.16	18.82	19.44	20.02	20.57	21.07	21.54	21.98	22.39	22.76	23.10	23.41	23.69	23.92	24.13	24.30	24.41	24.56	24.51				
0.450		5.99	9.35	10.75	12.04	13.23	14.34	15.37	16.33	17.24	18.08	18.89	19.64	20.36	21.02	21.66	22.24	22.79	23.31	23.78	24.22	24.62	24.99	25.32	25.62	25.87	26.09	26.27	26.42	26.56	26.51				
0.500		6.42	10.02	11.54	12.92	14.20	15.38	16.48	17.51	18.49	19.41	20.27	21.07	21.84	22.56	23.23	23.86	24.45	25.00	25.51	25.99	26.42	26.81	27.17	27.48	27.76	27.99	28.18	28.34	28.50	28.43				
0.600		7.25	11.32	13.03	14.59	16.03	17.37	18.62	19.79	20.88	21.91	22.88	23.80	24.66	25.47	26.23	26.95	27.61	28.24	28.81	29.34	29.84	30.28	30.68	31.03	31.34	31.62	31.84	31.99	32.18	32.11				
0.700		8.03	12.55	14.44	16.17	17.76	19.24	20.63	21.92	23.14	24.28	25.36	26.38	27.33	28.22	29.07	29.86	30.60	31.29	31.93	32.51	33.06	33.55	34.00	34.40	34.74	35.04	35.3							

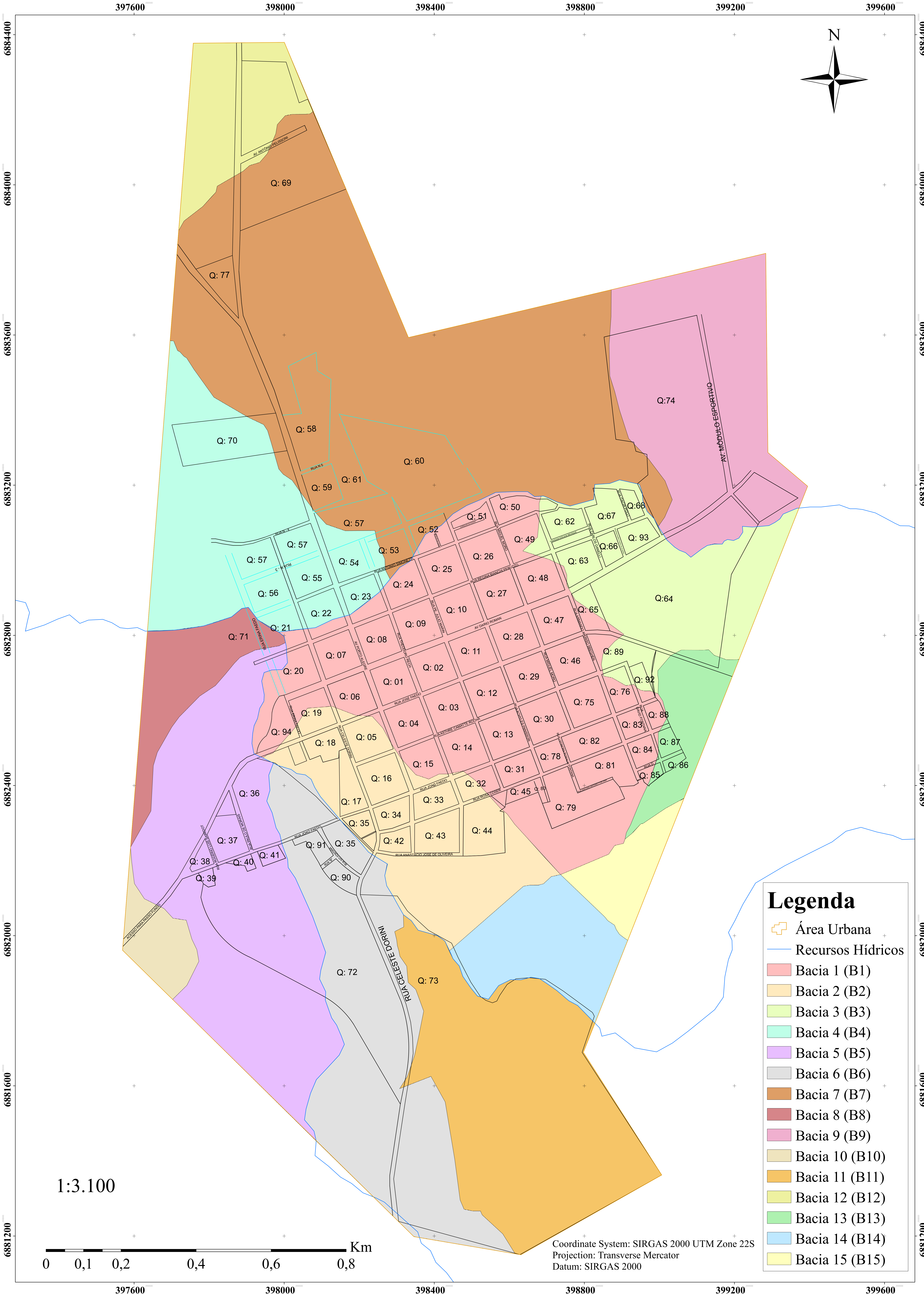
Apêndice B: Curvas de nível da área urbana de Água Santa.

Cruvas de Nível na Área Urbana de Água Santa - RS



Apêndice C: Bacias de contribuição do perímetro urbano de Água Santa.

Bacias da Área Urbana de Água Santa - RS



TECNOLOGIA TRADICIONAL (profundidade maior de 4 m)

Trecho nº	Extensão (m)	Taxa contr. Linear (L/s.m)	Contr. do trecho (L/s)	Vazão concent rada (L/s)	Vazão à montante (L/s)	Vazão à jusante (L/s)	Diâmetro (m)	Diâmetro adotado (mm)	Declividade mínima (m/m)	Declividade terreno/greide (m/m)	Declividade adotada (m/m)	Cota Terreno (m) Greide viário	Cota Coletor (m)	Profundidade Coletor (m)	Vf (m/s)	δc (Pa) >1.0	Vc (m/s)	Q/raiz(I)	Lamina líquida (Y/D)	RH / D	RH	V/ Raiz(I)
		Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial						Montante	Montante	Montante								
		Final	Final	Final	Final	Final						Jusante	Jusante	Jusante								
7-2	80,69	0,00105	0,08473		0,0777	0,16243	0,0396	150	0,00508	0,16111	0,14546	703	700,64	2,36	1,7163	13,9641	1,8413	0,00393	0,100	0,064	0,0096	4,5
		0,00197	0,15864		0,14549	0,30414						690	688,90	1,10								
9-1	65,94	0,00105	0,06924		0	0,06924	0,0432	150	0,00508	0,09099	0,09099	696	694,90	1,10	1,5595	10,6460	2,0327	0,00497	0,125	0,078	0,0117	5,17
		0,00197	0,12964		0	0,12964						690	688,90	1,10								
7-3	78,4	0,00105	0,08233		0,23168	0,314	0,0462	150	0,00508	0,06378	0,06378	690	688,90	1,10	1,3056	7,4617	2,0327	0,00594	0,125	0,078	0,0117	5,17
		0,00197	0,15414		0,43378	0,58792						685	683,90	1,10								
5-1	107,41	0,00105	0,11279		0	0,11279	0,0482	150	0,00508	0,05121	0,05121	690,5	689,40	1,10	1,3102	7,1432	2,2196	0,00663	0,150	0,093	0,01395	5,79
		0,00197	0,21118		0	0,21118						685	683,90	1,10								
1-4	117,87	0,00105	0,12377		0,7588	0,88257	0,0442	150	0,00508	0,09757	0,09757	685	683,90	1,10	1,6149	11,4151	2,0327	0,0048	0,125	0,078	0,0117	5,17
		0,00197	0,23174		1,42075	1,65249						673,5	672,40	1,10								
6-1	107,32	0,00105	0,11269		0	0,11269	0,0524	150	0,00508	0,03261	0,03261	677	675,90	1,10	1,0456	4,5495	2,2196	0,00831	0,150	0,093	0,01395	5,79
		0,00197	0,211		0	0,211						673,5	672,40	1,10								
1-5	39,07	0,00105	0,04103		0,99526	1,03629	0,0818	150	0,00508	-0,01280	0,00508	673,5	672,40	1,10	0,5259	1,0205	2,6643	0,02105	0,225	0,134	0,0201	7,38
		0,00197	0,07682		1,86349	1,94031						674	672,20	1,80								
10-1	75,88	0,00105	0,07968		0	0,07968	0,0354	150	0,00508	0,26357	0,26357	705	703,90	1,10	2,3103	25,3031	1,8413	0,00292	0,100	0,064	0,0096	4,5
		0,00197	0,14919		0	0,14919						685	683,90	1,10								
11-1	74,18	0,00105	0,07789		0	0,07789	0,0457	150	0,00508	0,06740	0,06740	689	687,90	1,10	1,3422	7,8862	2,0327	0,00578	0,125	0,078	0,0117	5,17
		0,00197	0,14585		0	0,14585						684	682,90	1,10								
11-2	74,31	0,00105	0,07803		0,07789	0,15592	0,0743	150	0,00508	-0,01346	0,00508	684	682,90	1,10	0,5259	1,0205	2,6643	0,02105	0,225	0,134	0,0201	7,38

TECNOLOGIA TRADICIONAL																						
Trecho n°	Extensão (m)	Taxa contr. Linear (L/s.m)	Contr. do trecho (L/s)	Vazão concentrada (L/s)	Vazão à montante (L/s)	Vazão à jusante (L/s)	Diâmetro (m)	Diâmetro adotado (mm)	Declividade mínima (m/m)	Declividade terreno/greide (m/m)	Declividade adotada (m/m)	Cota Terreno (m) Greide viário	Cota Coletor (m)	Profundidade Coletor (m)	Vf (m/s)	δc (Pa) >1.0	Vc (m/s)	Q/raiz(I)	Lamina líquida (Y/D)	RH / D	RH	V/ Raiz(I)
		Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial						Montante	Montante	Montante								
		Final	Final	Final	Final	Final						Jusante	Jusante	Jusante								
1-1	50,66	0,00105	0,05323		0	0,05323	0,0485	150	0,00508	0,04935	0,04935	699,5	698,40	1,10	1,2862	6,8841	2,2196	0,0067523	0,150	0,093	0,01395	5,79
		0,00197	0,09969		0	0,09969						697	695,90	1,10								
2-1	23,79	0,00105	0,025		0	0,025	0,0743	150	0,00508	0,00000	0,00508	697	695,90	1,10	0,5259	1,0205	2,6643	0,0210514	0,225	0,134	0,0201	7,38
		0,00197	0,04681		0	0,04681						697	695,78	1,22								
1-2	78,72	0,00105	0,08271		0,0782255	0,16094	0,0498	150	0,00508	0,04446	0,04293	697	695,78	1,22	1,1996	5,9883	2,2196	0,0072398	0,150	0,093	0,01395	5,79
		0,00197	0,15491		0,1465043	0,30141						693,5	692,40	1,10								
3-1	41,83	0,00105	0,04395		0	0,04395	0,0468	150	0,00508	0,05977	0,05977	696	694,90	1,10	1,2639	6,9926	2,0327	0,0061357	0,125	0,078	0,0117	5,17
		0,00197	0,08231		0	0,08231						693,5	692,40	1,10								
4-1	45,24	0,00105	0,04753		0	0,04753	0,0743	150	0,00508	0,00000	0,00508	693,5	692,40	1,10	0,5259	1,0205	2,6643	0,0210514	0,225	0,134	0,0201	7,38
		0,00197	0,08902		0	0,08902						693,5	692,17	1,33								
1-3	75,94	0,00105	0,07979		0,2524229	0,33221	0,0418	150	0,00508	0,11193	0,10891	693,5	692,17	1,33	1,7061	12,7420	2,0327	0,0045453	0,125	0,078	0,0117	5,17
		0,00197	0,14944		0,4727494	0,62219						685	683,90	1,10								
7-1	22,22	0,00105	0,02335		0	0,02335	0,0365	150	0,00508	0,22502	0,22502	708	706,90	1,10	2,1346	21,6022	1,8413	0,0031621	0,100	0,064	0,0096	4,5
		0,00197	0,04372		0	0,04372						703	701,90	1,10								
8-1	51,78	0,00105	0,05441		0	0,05441	0,0743	150	0,00508	-0,01931	0,00508	702	700,90	1,10	0,5259	1,0205	2,6643	0,0210514	0,225	0,134	0,0201	7,38
		0,00197	0,10189		0	0,10189						703	700,64	2,36								
7-2	80,69	0,00105	0,08478		0,0777527	0,16253	0,0396	150	0,00508	0,16111	0,14546	703	700,64	2,36	1,7163	13,9641	1,8413	0,003933	0,100	0,064	0,0096	4,5
		0,00197	0,15878		0,1456188	0,3044						690	688,90	1,10								
9-1	65,94	0,00105	0,06928		0	0,06928	0,0432	150	0,00508	0,09099	0,09099	696	694,90	1,10	1,5595	10,6460	2,0327	0,0049727	0,125	0,078	0,0117	5,17

TECNOLOGIA TRADICIONAL																						
Trecho n°	Extensão (m)	Taxa contr. Linear (L/s.m)	Contr. do trecho (L/s)	Vazão concentrada (L/s)	Vazão à montante (L/s)	Vazão à jusante (L/s)	Diâmetro (m)	Diâmetro adotado (mm)	Declividade mínima (m/m)	Declividade terreno/greide (m/m)	Declividade adotada (m/m)	Cota Terreno (m) Greide viário	Cota Coletor (m)	Profundidade Coletor (m)	Vf (m/s)	δc (Pa) >1.0	Vc (m/s)	Q/raiz(I)	Lamina líquida (Y/D)	RH / D	RH	V/ Raiz(I)
		Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial						Montante	Montante	Montante								
		Final	Final	Final	Final	Final						Jusante	Jusante	Jusante								
10-2	79,06	0,00105	0,08307		0,3062509	0,38932	0,0409	150	0,00508	0,13913	0,12171	685	682,52	2,48	1,8037	14,2405	2,0327	0,0042995	0,125	0,078	0,0117	5,17
		0,00197	0,15558		0,5735609	0,72914						674	672,90	1,10								
1-6	70,35	0,00105	0,07392		0	0,07392	0,0538	150	0,00508	0,02843	0,02843	676	674,90	1,10	0,9763	3,9659	2,2196	0,0088963	0,150	0,093	0,01395	5,79
		0,00197	0,13844		0	0,13844						674	672,90	1,10								
EE						1,50016																
						2,80958																
13-1	69,57	0,00105	0,0731		0	0,0731	0,0338	150	0,00508	0,33779	0,33779	718	716,90	1,10	2,6154	32,4278	1,8413	0,0025809	0,100	0,064	0,0096	4,5
		0,00197	0,1369		0	0,1369						694,5	693,40	1,10								
14-1	98,7	0,00105	0,10371		0	0,10371	0,0447	150	0,00508	0,07599	0,07599	702	700,90	1,10	1,4252	8,8906	2,0327	0,0054415	0,125	0,078	0,0117	5,17
		0,00197	0,19422		0	0,19422						694,5	693,40	1,10								
13-2	77,19	0,00105	0,0811		0,1768032	0,25791	0,0361	150	0,00508	0,23967	0,23967	694,5	693,40	1,10	2,2030	23,0082	1,8413	0,003064	0,100	0,064	0,0096	4,5
		0,00197	0,1519		0,3311253	0,48302						676	674,90	1,10								
15-1	103,57	0,00105	0,10882		0	0,10882	0,0478	150	0,00508	0,05310	0,05310	681,5	680,40	1,10	1,1914	6,2132	2,0327	0,0065092	0,125	0,078	0,0117	5,17
		0,00197	0,20381		0	0,20381						676	674,90	1,10								
1-7	120,88	0,00105	0,12701		1,8668938	1,9939	0,0662	150	0,00445	0,05791	0,05791	676	674,90	1,10	1,2441	6,7753	2,0327	0,0062333	0,125	0,078	0,0117	5,17
		0,00197	0,23787		3,4964055	3,73428						669	667,9	1,10								
16-1	108,89	0,00105	0,11441		0	0,11441	0,0417	150	0,00508	0,11020	0,11020	690	688,90	1,10	1,7163	12,8937	2,0327	0,0045185	0,125	0,078	0,0117	5,17
		0,00197	0,21428		0	0,21428						678	676,90	1,10								
16-2	118,33	0,00105	0,12433		0,114412	0,23874	0,0447	150	0,00508	0,07606	0,07606	678	676,90	1,10	1,4258	8,8988	2,0327	0,005439	0,125	0,078	0,0117	5,17

TECNOLOGIA TRADICIONAL																						
Trecho n°	Extensão (m)	Taxa contr. Linear (L/s.m)	Contr. do trecho (L/s)	Vazão concentrada (L/s)	Vazão à montante (L/s)	Vazão à jusante (L/s)	Diâmetro (m)	Diâmetro adotado (mm)	Declividade mínima (m/m)	Declividade terreno/greide (m/m)	Declividade adotada (m/m)	Cota Terreno (m) Greide viário	Cota Coletor (m)	Profundidade Coletor (m)	Vf (m/s)	δc (Pa) >1.0	Vc (m/s)	Q/raiz(I)	Lamina líquida (Y/D)	RH / D	RH	V/ Raiz(I)
		Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial						Montante	Montante	Montante								
		Final	Final	Final	Final	Final						Jusante	Jusante	Jusante								
20-3	120,72	0,00105	0,12684		0,3047064	0,43155	0,0436	150	0,00508	0,08698	0,08698	674	672,90	1,10	1,8197	10,1764	2,0327	0,0050861	0,125	0,078	0,0117	6,17
		0,00197	0,23756		0,5706682	0,80822						663,5	662,40	1,10								
1-10	116,67	0,00105	0,12259		3,327635	3,45022	0,0848	150	0,00346	0,05143	0,04655	663,5	661,83	1,67	1,2492	6,4937	2,2196	0,0069524	0,150	0,093	0,01395	5,79
		0,00197	0,22959		6,2321497	6,46174						657,5	656,40	1,10								
22-1	35,75	0,00105	0,03756		0	0,03756	0,0454	150	0,00508	0,06993	0,06993	690,5	689,40	1,10	1,6316	8,1818	2,0327	0,0056723	0,125	0,078	0,0117	6,17
		0,00197	0,07035		0	0,07035						688	686,90	1,10								
22-2	52,95	0,00105	0,05564		0,0375629	0,0932	0,0448	150	0,00508	0,07554	0,07554	688	686,90	1,10	1,6958	8,8385	2,0327	0,0054575	0,125	0,078	0,0117	6,17
		0,00197	0,1042		0,0703496	0,17455						684	682,90	1,10								
23-1	103,69	0,00105	0,10895		0	0,10895	0,0457	150	0,00508	0,06751	0,06751	691	689,90	1,10	1,6031	7,8985	2,0327	0,0057731	0,125	0,078	0,0117	6,17
		0,00197	0,20404		0	0,20404						684	682,90	1,10								
22-3	118,43	0,00105	0,12444		0,2021464	0,32658	0,0457	150	0,00508	0,06755	0,06755	684	682,90	1,10	1,6036	7,9034	2,0327	0,0057713	0,125	0,078	0,0117	6,17
		0,00197	0,23305		0,3785892	0,61164						676	674,90	1,10								
24-1	104,55	0,00105	0,10985		0	0,10985	0,0579	150	0,00508	0,01913	0,01913	678	676,90	1,10	0,8797	3,0703	2,3808	0,0108452	0,175	0,107	0,01605	6,36
		0,00197	0,20574		0	0,20574						676	674,90	1,10								
22-4	117,11	0,00105	0,12305		0,4364341	0,55948	0,0624	150	0,00508	0,01281	0,01281	676	674,90	1,10	0,7198	2,0558	2,3808	0,0132539	0,175	0,107	0,01605	6,36
		0,00197	0,23045		0,817374	1,04783						674,5	673,40	1,10								
22-5	115,6	0,00105	0,12146		0,5594829	0,68095	0,0432	150	0,00508	0,09083	0,09083	674,5	673,40	1,10	1,5581	10,6272	2,0327	0,0049771	0,125	0,078	0,0117	5,17
		0,00197	0,22748		1,0478256	1,27531						664	662,90	1,10								
25-1	100,9	0,00105	0,10602		0	0,10602	0,0575	150	0,00508	0,01982	0,01982	666	664,90	1,10	0,8954	3,1814	2,3808	0,0106542	0,175	0,107	0,01605	6,36

TECNOLOGIA TRADICIONAL																						
Trecho nº	Extensão (m)	Taxa contr. Linear (L/s.m)	Contr. do trecho (L/s)	Vazão concentrada (L/s)	Vazão à montante (L/s)	Vazão à jusante (L/s)	Diâmetro (m)	Diâmetro adotado (mm)	Declividade mínima (m/m)	Declividade terreno/greide (m/m)	Declividade adotada (m/m)	Cota Terreno (m) Greide viário	Cota Coletor (m)	Profundidade Coletor (m)	Vf (m/s)	δc (Pa) >1.0	Vc (m/s)	Q/raiz(I)	Lamina líquida (Y/D)	RH / D	RH	V/ Raiz(I)
		Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial						Montante	Montante	Montante								
		Final	Final	Final	Final	Final						Jusante	Jusante	Jusante								
29-2	116,51	0,00078	0,09034			0,1053233	0,0474	150	0,00508	0,05579	0,05579	676,5	675,40	1,10	1,2211	6,5273	2,0327	0,0063506	0,125	0,078	0,0117	5,17
		0,00123	0,14376			0,1972544						0,34102	670	668,90								
30-1	98,9	0,00105	0,10392			0	0,0474	150	0,00508	0,05561	0,05561	675,5	674,40	1,10	1,2192	6,5066	2,0327	0,0063607	0,125	0,078	0,0117	5,17
		0,00197	0,19462			0						0,19462	670	668,90								
29-3	118,74	0,00078	0,09207			0,2995754	0,0593	150	0,00508	0,01684	0,01684	670	668,90	1,10	0,8254	2,7034	2,3808	0,0115578	0,175	0,107	0,01605	6,36
		0,00123	0,14651			0,5356349						0,68215	668	666,90								
31-1	97,4	0,00105	0,10234			0	0,0465	150	0,00508	0,06160	0,06160	674	672,90	1,10	1,2832	7,2074	2,0327	0,0060436	0,125	0,078	0,0117	5,17
		0,00197	0,19167			0						0,19167	668	666,90								
29-4	116,34	0,00078	0,0902	0,0225	0,4939805	0,6066	0,0591	150	0,00508	0,01719	0,01719	668	666,90	1,10	0,8339	2,7592	2,3808	0,0114404	0,175	0,107	0,01605	6,36
		0,00123	0,14355	0,0225	0,8738153	1,0398						666	664,90	1,10								
29-5	113,56	0,00078	0,08805			0,6066	0,0454	150	0,00508	0,07045	0,07045	666	664,90	1,10	1,3722	8,2423	2,0327	0,0056514	0,125	0,078	0,0117	5,17
		0,00123	0,14012			1,0398						1,1799	658	656,90								
29-6	105,62	0,00078	0,08189			0,6947	0,0465	150	0,00508	0,06154	0,06154	658	656,90	1,10	1,2825	7,2003	2,0327	0,0060466	0,125	0,078	0,0117	5,17
		0,00123	0,13033			1,1799						1,31027	651,5	650,40								
1-13	12,37	0,00078	0,00959			5,8304608	0,1577	200	0,00271	0,00000	0,00467	651,5	650,35	1,15	0,5270	1,0000	2,7491	0,0219431	0,175	0,107	0,0214	7,71
		0,00123	0,01526			10,699613						10,7149	651,5	650,29								
32-1	108,88	0,00078	0,08442			0	0,0468	150	0,00508	0,05970	0,05970	661	659,9	1,10	1,2632	6,9848	2,0327	0,0061392	0,125	0,078	0,0117	5,17
		0,00123	0,13435			0						0,13435	654,5	653,40								
32-2	111,82	0,00078	0,0867			0,0844207	0,0544	150	0,00508	0,02683	0,02683	654,5	653,40	1,10	0,9484	3,7426	2,2196	0,0091578	0,150	0,093	0,01395	5,79

TECNOLOGIA TRADICIONAL																						
Trecho n°	Extensão (m)	Taxa contr. Linear (L/s.m)	Contr. do trecho (L/s)	Vazão concentrada (L/s)	Vazão à montante (L/s)	Vazão à jusante (L/s)	Diâmetro (m)	Diâmetro adotado (mm)	Declividade mínima (m/m)	Declividade terreno/greide (m/m)	Declividade adotada (m/m)	Cota Terreno (m) Greide viário	Cota Coletor (m)	Profundidade Coletor (m)	Vf (m/s)	δc (Pa) >1.0	Vc (m/s)	Q/raiz(I)	Lamina líquida (Y/D)	RH / D	RH	V/ Raiz(I)
		Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial						Montante	Montante	Montante								
		Final	Final	Final	Final	Final						Jusante	Jusante	Jusante								
		0,00123	0,13798		0,1343482	0,27232						651,5	650,40	1,10								
1-14	110,43	0,00078	0,08562		6,011173	6,0968	0,1599	200	0,00266	0,00453	0,00467	651,5	650,29	1,21	0,5270	1,0000	2,7491	0,0219431	0,175	0,107	0,0214	7,71
		0,00123	0,13626		10,9872	11,1235						651	649,78	1,22								
36-1	57,52	0,00105	0,06044		0	0,06044	0,0518	150	0,00508	0,03477	0,03477	653	651,90	1,10	1,0797	4,8505	2,2196	0,0080443	0,150	0,093	0,01395	5,79
		0,00197	0,11319		0	0,11319						651	649,90	1,10								
34-1	100,68	0,00105	0,10579		0	0,10579	0,0743	150	0,00508	0,00000	0,00508	653	651,90	1,10	0,5259	1,0205	2,6643	0,0210514	0,225	0,134	0,0201	7,38
		0,00197	0,19812		0	0,19812						653	651,39	1,61								
34-2	109,73	0,00078	0,08508		0,1057856	0,19087	0,0667	150	0,00508	0,01367	0,00901	653	651,39	1,61	0,6541	1,6356	2,5318	0,0158013	0,200	0,121	0,01815	6,89
		0,00123	0,1354		0,1981203	0,33352						651,5	650,40	1,10								
1-15	10,24	0,00105	0,01076		6,3480979	6,35886	0,1624	200	0,00261	0,00000	0,00467	651	649,78	1,22	0,5270	1,0000	2,7491	0,0219431	0,175	0,107	0,0214	7,71
		0,00197	0,02015		11,570168	11,5903						651	649,73	1,27								
33-1	105,81	0,00078	0,08204		0	0,08204	0,0743	150	0,00508	0,00473	0,00508	651,5	650,40	1,10	0,5259	1,0205	2,6643	0,0210514	0,225	0,134	0,0201	7,38
		0,00123	0,13056		0	0,13056						651	649,86	1,14								
35-1	101,52	0,00078	0,07871		0	0,07871	0,0576	150	0,00508	0,01970	0,01970	653	651,90	1,10	0,8927	3,1619	2,3808	0,0106869	0,175	0,107	0,01605	6,36
		0,00123	0,12527		0	0,12527						651	649,90	1,10								
1-16	110,31	0,00105	0,1159		6,5196117	6,63552	0,1371	200	0,00256	0,01360	0,01249	651	649,73	1,27	0,7009	1,9492	2,3472	0,0134191	0,125	0,078	0,0156	6,27
		0,00197	0,21707		11,846145	12,0632						649,5	648,35	1,15								
37-1	103,66	0,00105	0,10892		0	0,10892	0,0457	150	0,00508	0,06753	0,06753	676	674,90	1,10	1,3435	7,9008	2,0327	0,0057723	0,125	0,078	0,0117	5,17
		0,00197	0,20398		0	0,20398						669	667,90	1,10								

TECNOLOGIA TRADICIONAL																						
Trecho n°	Extensão (m)	Taxa contr. Linear (L/s.m)	Contr. do trecho (L/s)	Vazão concentrada (L/s)	Vazão à montante (L/s)	Vazão à jusante (L/s)	Diâmetro (m)	Diâmetro adotado (mm)	Declividade mínima (m/m)	Declividade terreno/greide (m/m)	Declividade adotada (m/m)	Cota Terreno (m) Greide viário	Cota Coletor (m)	Profundidade Coletor (m)	Vf (m/s)	δc (Pa) >1.0	Vc (m/s)	Q/raiz(I)	Lamina líquida (Y/D)	RH / D	RH	V/ Raiz(I)
		Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial						Montante	Montante	Montante								
		Final	Final	Final	Final	Final						Jusante	Jusante	Jusante								
37-2	116,67	0,00105	0,12259		0,1089168	0,2315	0,0624	150	0,00508	0,01286	0,01286	669	667,90	1,10	0,7211	2,0635	2,3808	0,0132289	0,175	0,107	0,01605	6,36
		0,00197	0,22959		0,2039844	0,43357						667,5	666,40	1,10								
38-1	107,06	0,00078	0,08301		0	0,08301	0,0466	150	0,00508	0,06071	0,06071	676,5	675,40	1,10	1,2739	7,1035	2,0327	0,0060876	0,125	0,078	0,0117	5,17
		0,00123	0,1321		0	0,1321						670	668,90	1,10								
38-2	111,81	0,00105	0,11748		0,0830096	0,20049	0,0562	150	0,00508	0,02236	0,02236	670	668,90	1,10	0,9510	3,5887	2,3808	0,0100314	0,175	0,107	0,01605	6,36
		0,00197	0,22002		0,1321025	0,35212						667,5	666,40	1,10								
37-3	116,34	0,00105	0,12224		0,4319929	0,55423	0,0519	150	0,00508	0,03438	0,03438	667,5	666,40	1,10	1,0736	4,7963	2,2196	0,0080896	0,150	0,093	0,01395	5,79
		0,00197	0,22894		0,7856947	1,01463						663,5	662,40	1,10								
39-1	105,50	0,00078	0,0818		0	0,0818	0,0580	150	0,00508	0,01896	0,01896	670	668,90	1,10	0,8757	3,0427	2,3808	0,0108944	0,175	0,107	0,01605	6,36
		0,00123	0,13018		0	0,13018						668	666,90	1,10								
39-2	113,16	0,00105	0,1189	0,0683	0,0818	0,2690	0,0505	150	0,00508	0,03977	0,03977	668	666,90	1,10	1,1546	5,5475	2,2196	0,007522	0,150	0,093	0,01395	5,79
		0,00197	0,22268	0,0683	0,1302	0,4211						663,5	662,40	1,10								
37-4	115,22	0,00105	0,12106	0,02836	0,8232	0,97264	0,0555	150	0,00508	0,03038	0,03038	663,5	662,40	1,10	1,0091	4,2375	2,2196	0,0086064	0,150	0,093	0,01395	5,79
		0,00197	0,22673	0,02836	1,4358	1,69086						660	658,90	1,10								
41-1	106,97	0,00105	0,11239		0	0,11239	0,0500	150	0,00508	0,04207	0,04207	663	661,90	1,10	1,1876	5,8685	2,2196	0,0073133	0,150	0,093	0,01395	5,79
		0,00197	0,2105		0	0,2105						658,5	657,40	1,10								
42-1	102,46	0,00105	0,10766		0	0,10766	0,0435	150	0,00508	0,08784	0,08784	667,5	666,40	1,10	1,5323	10,2772	2,0327	0,0050611	0,125	0,078	0,0117	5,17
		0,00197	0,20162		0	0,20162						658,5	657,40	1,10								
41-2	116,92	0,00105	0,12285		0,2200505	0,3429	0,0548	150	0,00508	0,02566	0,02566	658,5	657,40	1,10	0,9275	3,5794	2,2196	0,0093643	0,150	0,093	0,01395	5,79

TECNOLOGIA 100% PVC																						
Trecho nº	Extensão (m)	Taxa contr. Linear (L/s.m)	Contr. do trecho (L/s)	Vazão concentrada (L/s)	Vazão à montante (L/s)	Vazão à jusante (L/s)	Diâmetro (m)	Diâmetro adotado (mm)	Declividade mínima (m/m)	Declividade terreno/greide (m/m)	Declividade adotada (m/m)	Cota Terreno (m) Greide viário	Cota Coletor (m)	Profundidade Coletor (m)	Vf (m/s)	δc (Pa) >0,6	Vc (m/s)	Q/raiz(I)	Lamina líquida (Y/D)	RH / D	RH	V/ Raiz(I)
		Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial						Montante	Montante	Montante								
		Final	Final	Final	Final	Final						Jusante	Jusante	Jusante								
1-1	50,66	0,00056	0,028373		0	0,0284	0,0485	100	0,00289	0,04935	0,04935	699,5	698,45	1,05	1,2529	6,6127	2,1754	0,00675	0,225	0,134	0,0134	5,64
		0,00148	0,074779		0	0,0748						697	695,95	1,05								
2-1	23,79	0,00056	0,013324		0	0,0133	0,0825	100	0,00289	0,00000	0,00289	697	695,95	1,05	0,4389	0,6740	2,8686	0,02789	0,450	0,233	0,0233	8,16
		0,00148	0,035117		0	0,0351						697	695,88	1,12								
1-2	78,72	0,00056	0,044089		0,041697	0,0858	0,0496	100	0,00289	0,04446	0,04359	697	695,88	1,12	1,1775	5,8407	2,1754	0,00718	0,225	0,134	0,0134	5,64
		0,00148	0,116199		0,109896	0,2261						693,5	692,45	1,05								
3-1	41,83	0,00056	0,023428		0	0,0234	0,0468	100	0,00289	0,05977	0,05977	696	694,95	1,05	1,3788	8,0086	2,1754	0,00614	0,225	0,134	0,0134	5,64
		0,00148	0,061745		0	0,0617						693,5	692,45	1,05								
4-1	45,24	0,00056	0,025337		0	0,0253	0,0825	100	0,00289	0,00000	0,00289	693,5	692,45	1,05	0,4389	0,6740	2,8686	0,02789	0,450	0,233	0,0233	8,16
		0,00148	0,066779		0	0,0668						693,5	692,32	1,18								
1-3	75,94	0,00056	0,042532		0,1345506	0,1771	0,0417	100	0,00289	0,11193	0,11021	693,5	692,32	1,18	1,7495	13,3351	2,0672	0,00452	0,200	0,121	0,0121	5,27
		0,00148	0,112095		0,3546193	0,4667						685	683,95	1,05								
7-1	22,22	0,00056	0,012445		0	0,0124	0,0365	100	0,00289	0,22502	0,22502	708	706,95	1,05	2,0967	20,9271	1,8123	0,00316	0,150	0,093	0,0093	4,42
		0,00148	0,032799		0	0,0328						703	701,95	1,05								
8-1	51,78	0,00056	0,029		0	0,0290	0,0825	100	0,00289	-0,01931	0,00289	702	700,95	1,05	0,4389	0,6740	2,8686	0,02789	0,450	0,233	0,0233	8,16
		0,00148	0,076433		0	0,0764						703	700,80	2,20								
7-2	80,69	0,00056	0,045192		0,041445	0,0866	0,0395	100	0,00289	0,16111	0,14686	703	700,80	2,20	1,8586	15,7141	1,9439	0,00391	0,175	0,107	0,0107	4,85
		0,00148	0,119107		0,1092317	0,2283						690	688,95	1,05								
9-1	65,94	0,00056	0,036931		0	0,0369	0,0432	100	0,00289	0,09099	0,09099	696	694,95	1,05	1,5897	11,0100	2,0672	0,00497	0,200	0,121	0,0121	5,27

TECNOLOGIA 100% PVC																						
Trecho nº	Extensão (m)	Taxa contr. Linear (L/s.m)	Contr. do trecho (L/s)	Vazão concentrada (L/s)	Vazão à montante (L/s)	Vazão à jusante (L/s)	Diâmetro (m)	Diâmetro adotado (mm)	Declividade mínima (m/m)	Declividade terreno/greide (m/m)	Declividade adotada (m/m)	Cota Terreno (m) Greide viário	Cota Coletor (m)	Profundidade Coletor (m)	Vf (m/s)	δc (Pa) >0,6	Vc (m/s)	Q/raiz(I)	Lamina líquida (Y/D)	RH / D	RH	V/ Raiz(I)
		Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial						Montante	Montante	Montante								
		Final	Final	Final	Final	Final						Jusante	Jusante	Jusante								
10-2	79,06	0,00056	0,044279		0,1632428	0,2075	0,0408	100	0,00289	0,13913	0,12377	685	682,74	2,26	1,7063	13,2431	1,9439	0,00426	0,175	0,107	0,0107	4,85
		0,00148	0,116701		0,4302402	0,5469						674	672,95	1,05								
1-6	79,99	0,00056	0,0448		0,760241	0,8050	0,0940	100	0,00289	-0,02500	0,00289	674	672,34	1,66	0,4389	0,6740	2,8686	0,02789	0,450	0,233	0,0233	8,16
		0,00148	0,118074		2,003679	2,1218						676	672,11	3,89								
13-1	69,57	0,00056	0,038964		0	0,0390	0,0338	100	0,00289	0,33779	0,33779	718	716,95	1,05	2,5689	31,4144	1,8123	0,00258	0,150	0,093	0,0093	4,42
		0,00148	0,102693		0	0,1027						694,5	693,45	1,05								
14-1	98,7	0,00056	0,055279		0	0,0553	0,0447	100	0,00289	0,07599	0,07599	702	700,95	1,05	1,4527	9,1945	2,0672	0,00544	0,200	0,121	0,0121	5,27
		0,00148	0,145692		0	0,1457						694,5	693,45	1,05								
13-2	77,19	0,00056	0,043232		0,0942425	0,1375	0,0361	100	0,00289	0,23967	0,23967	694,5	693,45	1,05	2,1639	22,2892	1,8123	0,00306	0,150	0,093	0,0093	4,42
		0,00148	0,113941		0,2483841	0,3623						676	674,95	1,05								
15-1	103,57	0,00056	0,058006		0	0,0580	0,0478	100	0,00289	0,05310	0,05310	681,5	680,45	1,05	1,2997	7,1160	2,1754	0,00651	0,225	0,134	0,0134	5,64
		0,00148	0,15288		0	0,1529						676	674,95	1,05								
1-7	120,88	0,00056	0,067701		1,0005211	1,0682	0,0657	100	0,00289	0,05791	0,03438	676	672,11	3,89	1,1106	5,0535	2,2785	0,00809	0,250	0,147	0,0147	5,99
		0,00148	0,178432		2,6369573	2,8154						669	667,95	1,05								
16-1	108,89	0,00056	0,060986		0	0,0610	0,0417	100	0,00289	0,11020	0,11020	690	688,95	1,05	1,7495	13,3346	2,0672	0,00452	0,200	0,121	0,0121	5,27
		0,00148	0,160733		0	0,1607						678	676,95	1,05								
16-2	118,33	0,00056	0,066273		0,0609857	0,1273	0,0447	100	0,00289	0,07606	0,07606	678	676,95	1,05	1,4534	9,2031	2,0672	0,00544	0,200	0,121	0,0121	5,27
		0,00148	0,174667		0,160733	0,3354						669	667,95	1,05								
17-1	106,2	0,00056	0,059479		0	0,0595	0,0489	100	0,00289	0,04708	0,04708	674	672,95	1,05	1,2238	6,3089	2,1754	0,00691	0,225	0,134	0,0134	5,64

TECNOLOGIA 100% PVC																						
Trecho n°	Extensão (m)	Taxa contr. Linear (L/s.m)	Contr. do trecho (L/s)	Vazão concentrada (L/s)	Vazão à montante (L/s)	Vazão à jusante (L/s)	Diâmetro (m)	Diâmetro adotado (mm)	Declividade mínima (m/m)	Declividade terreno/greide (m/m)	Declividade adotada (m/m)	Cota Terreno (m) Greide viário	Cota Coletor (m)	Profundidade Coletor (m)	Vf (m/s)	δc (Pa) >0,6	Vc (m/s)	Q/raiz(I)	Lamina líquida (Y/D)	RH / D	RH	V/ Raiz(I)
		Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial						Montante	Montante	Montante								
		Final	Final	Final	Final	Final						Jusante	Jusante	Jusante								
1-10	116,67	0,00056	0,065343		1,7791492	1,8445	0,0750	150	0,00262	0,05143	0,05066	663,5	662,31	1,19	1,3031	7,0664	2,2196	0,00666	0,150	0,093	0,01395	5,79
		0,00148	0,172217		4,6890968	4,8613						657,5	656,40	1,10								
22-1	35,75	0,00056	0,020022		0	0,0200	0,0454	100	0,00289	0,06993	0,06993	690,5	689,45	1,05	1,3936	8,4615	2,0672	0,00567	0,200	0,121	0,0121	5,27
		0,00148	0,052771		0	0,0528						688	686,95	1,05								
22-2	52,95	0,00056	0,029656		0,0200224	0,0497	0,0448	100	0,00289	0,07554	0,07554	688	686,95	1,05	1,4485	9,1407	2,0672	0,00546	0,200	0,121	0,0121	5,27
		0,00148	0,07816		0,0527707	0,1309						684	682,95	1,05								
23-1	103,69	0,00056	0,058073		0	0,0581	0,0457	100	0,00289	0,06751	0,06751	691	689,95	1,05	1,3693	8,1686	2,0672	0,00577	0,200	0,121	0,0121	5,27
		0,00148	0,153057		0	0,1531						684	682,95	1,05								
22-3	118,43	0,00056	0,066329		0,1077514	0,1741	0,0457	100	0,00289	0,06755	0,06755	684	682,95	1,05	1,3697	8,1736	2,0672	0,00577	0,200	0,121	0,0121	5,27
		0,00148	0,174815		0,2839877	0,4588						676	674,95	1,05								
24-1	104,55	0,00056	0,058555		0	0,0586	0,0579	100	0,00289	0,01913	0,01913	678	676,95	1,05	0,8741	3,0416	2,3697	0,01085	0,275	0,159	0,0159	6,32
		0,00148	0,154327		0	0,1543						676	674,95	1,05								
22-4	117,11	0,00056	0,065589		0,2326352	0,2982	0,0624	100	0,00289	0,01281	0,01281	676	674,95	1,05	0,7843	2,3311	2,5353	0,01325	0,325	0,182	0,0182	6,93
		0,00148	0,172867		0,6131295	0,7860						674,5	673,45	1,05								
22-5	115,6	0,00056	0,064744		0,2982247	0,3630	0,0432	100	0,00289	0,09083	0,09083	674,5	673,45	1,05	1,5883	10,9905	2,0672	0,00498	0,200	0,121	0,0121	5,27
		0,00148	0,170638		0,7859961	0,9566						664	662,95	1,05								
25-1	100,9	0,00056	0,056511		0	0,0565	0,0575	100	0,00289	0,01982	0,01982	666	664,95	1,05	0,8898	3,1516	2,3697	0,01065	0,275	0,159	0,0159	6,32
		0,00148	0,148939		0	0,1489						664	662,95	1,05								
22-6	115,55	0,00056	0,064716		0,4194793	0,4842	0,0473	100	0,00289	0,05625	0,05625	664	662,95	1,05	1,3377	7,5379	2,1754	0,00632	0,225	0,134	0,0134	5,64

TECNOLOGIA 100% PVC																						
Trecho nº	Extensão (m)	Taxa contr. Linear (L/s.m)	Contr. do trecho (L/s)	Vazão concentrada (L/s)	Vazão à montante (L/s)	Vazão à jusante (L/s)	Diâmetro (m)	Diâmetro adotado (mm)	Declividade mínima (m/m)	Declividade terreno/greide (m/m)	Declividade adotada (m/m)	Cota Terreno (m) Greide viário	Cota Coletor (m)	Profundidade Coletor (m)	Vf (m/s)	δc (Pa) >0,6	Vc (m/s)	Q/raiz(I)	Lamina líquida (Y/D)	RH / D	RH	V/ Raiz(I)
		Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial						Montante	Montante	Montante								
		Final	Final	Final	Final	Final						Jusante	Jusante	Jusante								
30-1	98,9	0,00056	0,055391		0	0,0554	0,0474	100	0,00289	0,05561	0,05561	675,5	674,45	1,05	1,3300	7,4520	2,1754	0,00636	0,225	0,134	0,0134	5,64
		0,00148	0,145987		0	0,1460						670	668,95	1,05								
29-3	118,74	0,00029	0,033845		0,1447411	0,1786	0,0593	100	0,00289	0,01684	0,01684	670	668,95	1,05	0,8605	2,8802	2,4574	0,01156	0,300	0,171	0,0171	6,63
		0,00074	0,08823		0,3805245	0,4688						668	666,95	1,05								
31-1	97,4	0,00056	0,054551		0	0,0546	0,0465	100	0,00289	0,06160	0,06160	674	672,95	1,05	1,3998	8,2546	2,1754	0,00604	0,225	0,134	0,0134	5,64
		0,00148	0,143773		0	0,1438						668	666,95	1,05								
29-4	116,34	0,00029	0,033161	0,0225	0,2331365	0,2888	0,0591	100	0,00289	0,01719	0,01719	668	666,95	1,05	0,8693	2,9397	2,4574	0,01144	0,300	0,171	0,0171	6,63
		0,00074	0,086447	0,0225	0,6125271	0,7214						666	664,95	1,05								
29-5	113,56	0,00029	0,032368		0,2887511	0,3211	0,0454	100	0,00289	0,07045	0,07045	666	664,95	1,05	1,3988	8,5241	2,0672	0,00565	0,200	0,121	0,0121	5,27
		0,00074	0,084381		0,7214275	0,8058						658	656,95	1,05								
29-6	105,62	0,00029	0,030105		0,3211195	0,3512	0,0465	100	0,00289	0,06154	0,06154	658	656,95	1,05	1,3991	8,2465	2,1754	0,00605	0,225	0,134	0,0134	5,64
		0,00074	0,078481		0,8058085	0,8843						651,5	650,45	1,05								
1-13	12,37	0,00029	0,003526		3,0059726	3,0095	0,1583	200	0,00209	0,00000	0,00248	651,5	650,35	1,15	0,4158	0,6000	2,9234	0,03012	0,200	0,121	0,0242	8,35
		0,00074	0,009192		7,8782596	7,8875						651,5	650,32	1,18								
32-1	108,88	0,00029	0,031034		0	0,0310	0,0468	100	0,00289	0,05970	0,05970	661	659,95	1,05	1,3780	7,9996	2,1754	0,00614	0,225	0,134	0,0134	5,64
		0,00074	0,080904		0	0,0809						654,5	653,45	1,05								
32-2	111,82	0,00029	0,031872		0,0310345	0,0629	0,0544	100	0,00289	0,02683	0,02683	654,5	653,45	1,05	0,9811	3,9438	2,2785	0,00916	0,250	0,147	0,0147	5,99
		0,00074	0,083088		0,0809035	0,1640						651,5	650,45	1,05								
1-14	110,43	0,00029	0,031476		3,0724054	3,1039	0,1447	200	0,00206	0,00453	0,00425	651,5	650,32	1,18	0,5027	0,9097	2,7491	0,02301	0,175	0,107	0,0214	7,71

TECNOLOGIA 100% PVC																						
Trecho nº	Extensão (m)	Taxa contr. Linear (L/s.m)	Contr. do trecho (L/s)	Vazão concentrada (L/s)	Vazão à montante (L/s)	Vazão à jusante (L/s)	Diâmetro (m)	Diâmetro adotado (mm)	Declividade mínima (m/m)	Declividade terreno/greide (m/m)	Declividade adotada (m/m)	Cota Terreno (m) Greide viário	Cota Coletor (m)	Profundidade Coletor (m)	Vf (m/s)	δc (Pa) >0,6	Vc (m/s)	Q/raiz(I)	Lamina líquida (Y/D)	RH / D	RH	V/ Raiz(I)
		Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial						Montante	Montante	Montante								
		Final	Final	Final	Final	Final						Jusante	Jusante	Jusante								
		0,00074	0,082055		8,0514428	8,1335						651	649,85	1,15								
34-1	100,68	0,00056	0,056388		0	0,0564	0,0825	100	0,00289	0,00000	0,00289	653	651,95	1,05	0,4389	0,6740	2,8686	0,02789	0,450	0,233	0,0233	8,16
		0,00148	0,148614		0	0,1486						653	651,66	1,34								
34-2	109,73	0,00029	0,031277		0,0563876	0,0877	0,0602	100	0,00289	0,01823	0,01557	653	651,66	1,34	0,8274	2,6629	2,4574	0,01202	0,300	0,171	0,0171	6,63
		0,00074	0,081535		0,1486142	0,2301						651	649,95	1,05								
36-1	57,52	0,00056	0,032215		0	0,0322	0,0518	100	0,00289	0,03477	0,03477	653	651,95	1,05	1,1169	5,1113	2,2785	0,00804	0,250	0,147	0,0147	5,99
		0,00148	0,084906		0	0,0849						651	649,95	1,05								
1-15	10,24	0,00056	0,005735		3,2237611	3,2295	0,1626	200	0,00202	0,00000	0,00248	651	649,85	1,15	0,4158	0,6000	2,9234	0,03012	0,200	0,121	0,0242	8,35
		0,00148	0,015115		8,4485529	8,4637						651	649,82	1,18								
33-1	105,81	0,00029	0,030159		0	0,0302	0,0753	100	0,00289	0,00473	0,00473	651,5	650,45	1,05	0,5300	1,0112	2,7491	0,02182	0,400	0,214	0,0214	7,71
		0,00074	0,078622		0	0,0786						651	649,95	1,05								
35-1	101,52	0,00029	0,028937		0	0,0289	0,0576	100	0,00289	0,01970	0,01970	653	651,95	1,05	0,8871	3,1324	2,3697	0,01069	0,275	0,159	0,0159	6,32
		0,00074	0,075435		0	0,0754						651	649,95	1,05								
1-16	110,31	0,00056	0,061781		3,2885922	3,3504	0,1202	200	0,00198	0,01360	0,01337	651	649,82	1,18	0,7249	2,0852	2,3472	0,01297	0,125	0,078	0,0156	6,27
		0,00148	0,162829		8,6177252	8,7806						649,5	648,35	1,15								
37-1	103,66	0,00056	0,058057		0	0,0581	0,0457	100	0,00289	0,06753	0,06753	676	674,95	1,05	1,3695	8,1709	2,0672	0,00577	0,200	0,121	0,0121	5,27
		0,00148	0,153013		0	0,1530						669	667,95	1,05								
37-2	116,67	0,00056	0,065343		0,0580566	0,1234	0,0624	100	0,00289	0,01286	0,01286	669	667,95	1,05	0,7858	2,3399	2,5353	0,01323	0,325	0,182	0,0182	6,93
		0,00148	0,172217		0,153013	0,3252						667,5	666,45	1,05								

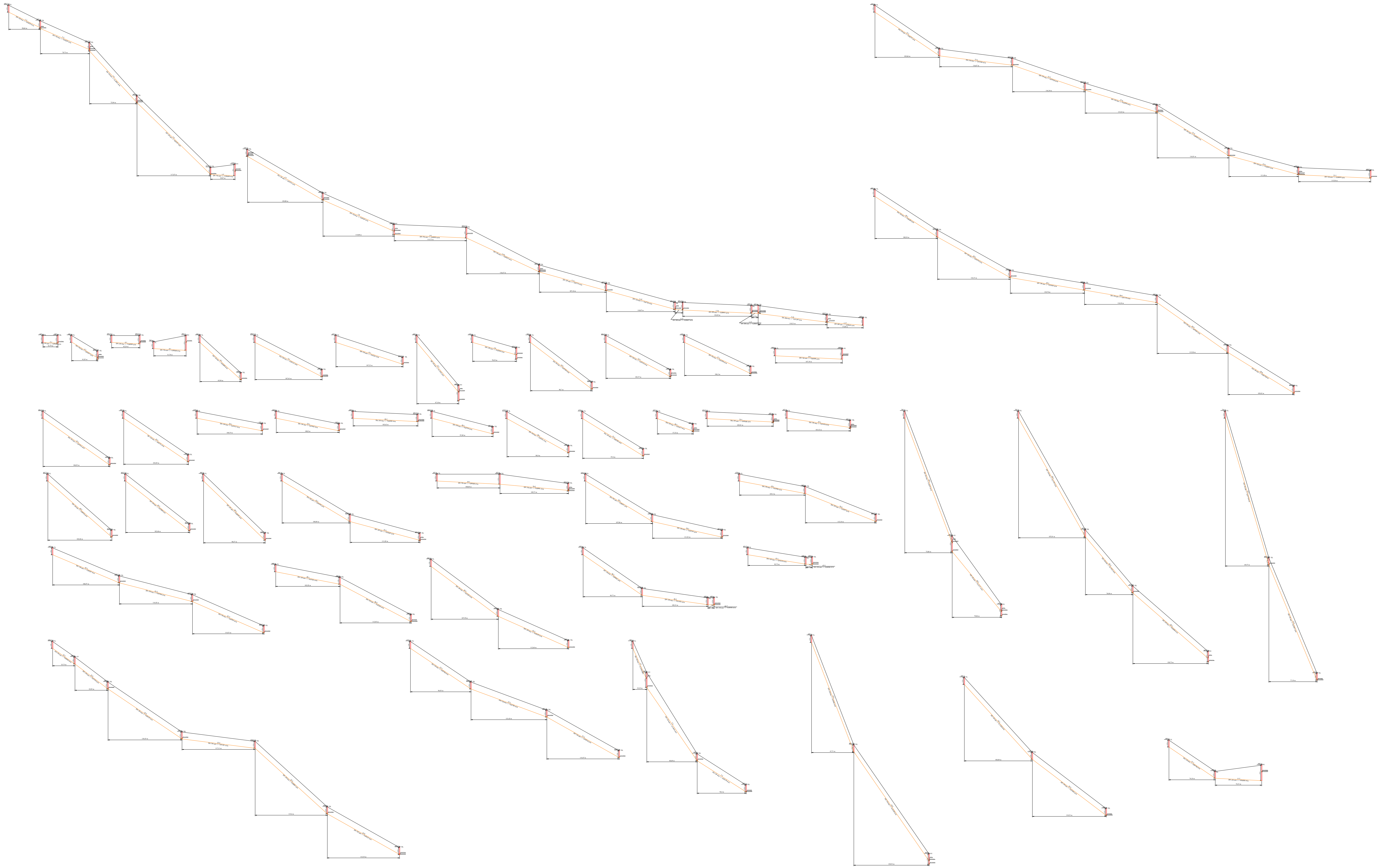
TECNOLOGIA 100% PVC																						
Trecho nº	Extensão (m)	Taxa contr. Linear (L/s.m)	Contr. do trecho (L/s)	Vazão concentrada (L/s)	Vazão à montante (L/s)	Vazão à jusante (L/s)	Diâmetro (m)	Diâmetro adotado (mm)	Declividade mínima (m/m)	Declividade terreno/greide (m/m)	Declividade adotada (m/m)	Cota Terreno (m) Greide viário	Cota Coletor (m)	Profundidade Coletor (m)	Vf (m/s)	δc (Pa) >0,6	Vc (m/s)	Q/raiz(I)	Lamina líquida (Y/D)	RH / D	RH	V/ Raiz(I)
		Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial						Montante	Montante	Montante								
		Final	Final	Final	Final	Final						Jusante	Jusante	Jusante								
38-1	107,06	0,00029	0,030516		0	0,0305	0,0466	100	0,00289	0,06071	0,06071	676,5	675,45	1,05	1,3897	8,1356	2,1754	0,00609	0,225	0,134	0,0134	5,64
		0,00074	0,079551		0	0,0796						670	668,95	1,05								
38-2	111,81	0,00056	0,062621		0,0305157	0,0931	0,0562	100	0,00289	0,02236	0,02236	670	668,95	1,05	0,9450	3,5551	2,3697	0,01003	0,275	0,159	0,0159	6,32
		0,00148	0,165043		0,0795512	0,2446						667,5	666,45	1,05								
37-3	116,34	0,00056	0,065158		0,2165365	0,2817	0,0519	100	0,00289	0,03438	0,03438	667,5	666,45	1,05	1,1107	5,0542	2,2785	0,00809	0,250	0,147	0,0147	5,99
		0,00148	0,17173		0,5698245	0,7416						663,5	662,45	1,05								
39-1	105,5	0,00029	0,030071		0	0,0301	0,0580	100	0,00289	0,01896	0,01896	670	668,95	1,05	0,8702	3,0142	2,3697	0,01089	0,275	0,159	0,0159	6,32
		0,00074	0,078392		0	0,0784						668	666,95	1,05								
39-2	113,16	0,00056	0,063377	0,0683	0,0300711	0,1617	0,0505	100	0,00289	0,03977	0,03977	668	666,95	1,05	1,1945	5,8457	2,2785	0,00752	0,250	0,147	0,0147	5,99
		0,00148	0,167036	0,0683	0,078392	0,3137						663,5	662,45	1,05								
37-4	115,22	0,00056	0,064531	0,02836	0,44343	0,5363	0,0531	100	0,00289	0,03038	0,03038	663,5	662,45	1,05	1,0440	4,4654	2,2785	0,00861	0,250	0,147	0,0147	5,99
		0,00148	0,170077	0,02836	1,0552695	1,2537						660	658,95	1,05								
41-1	106,97	0,00056	0,05991		0	0,0599	0,0500	100	0,00289	0,04207	0,04207	663	661,95	1,05	1,1568	5,6371	2,1754	0,00731	0,225	0,134	0,0134	5,64
		0,00148	0,157899		0	0,1579						658,5	657,45	1,05								
42-1	102,46	0,00056	0,057385		0	0,0574	0,0435	100	0,00289	0,08784	0,08784	667,5	666,45	1,05	1,5619	10,6285	2,0672	0,00506	0,200	0,121	0,0121	5,27
		0,00148	0,151242		0	0,1512						658,5	657,45	1,05								
41-2	116,92	0,00056	0,065483		0,1172949	0,1828	0,0548	100	0,00289	0,02566	0,02566	658,5	657,45	1,05	1,0124	4,0797	2,3697	0,00936	0,275	0,159	0,0159	6,32
		0,00148	0,172586		0,3091406	0,4817						655,5	654,45	1,05								
43-1	102,46	0,00056	0,057385		0	0,0574	0,0445	100	0,00289	0,07808	0,07808	663,5	662,45	1,05	1,4726	9,4476	2,0672	0,00537	0,200	0,121	0,0121	5,27

TECNOLOGIA 100% PVC																						
Trecho nº	Extensão (m)	Taxa contr. Linear (L/s.m)	Contr. do trecho (L/s)	Vazão concentrada (L/s)	Vazão à montante (L/s)	Vazão à jusante (L/s)	Diâmetro (m)	Diâmetro adotado (mm)	Declividade mínima (m/m)	Declividade terreno/greide (m/m)	Declividade adotada (m/m)	Cota Terreno (m) Greide viário	Cota Coletor (m)	Profundidade Coletor (m)	Vf (m/s)	δc (Pa) >0,6	Vc (m/s)	Q/raiz(l)	Lamina líquida (Y/D)	RH / D	RH	V/ Raiz(l)
		Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial						Montante	Montante	Montante								
		Final	Final	Final	Final	Final						Jusante	Jusante	Jusante								
		0,00148	0,151242		0	0,1512						655,5	654,45	1,05								
41-3	114,53	0,00056	0,064145		0,2401625	0,3043	0,0496	100	0,00289	0,04366	0,04366	655,5	654,45	1,05	1,1784	5,8500	2,1754	0,00718	0,225	0,134	0,0134	5,64
		0,00148	0,169058		0,6329684	0,8020						650,5	649,45	1,05								
44-1	98,57	0,00056	0,055206		0	0,0552	0,0428	100	0,00289	0,09638	0,09638	660	658,95	1,05	1,6361	11,6618	2,0672	0,00483	0,200	0,121	0,0121	5,27
		0,00148	0,1455		0	0,1455						650,5	649,45	1,05								
EE						0,3595																
						0,9475																
40-1	102,92	0,00029	0,029336		0	0,0293	0,0577	100	0,00289	0,01943	0,01943	668	666,95	1,05	0,8810	3,0898	2,3697	0,01076	0,275	0,159	0,0159	6,32
		0,00074	0,076475		0	0,0765						666	664,95	1,05								
40-2	113,93	0,00056	0,063808		0,0293357	0,0931	0,0479	100	0,00289	0,05266	0,05266	666	664,95	1,05	1,2943	7,0570	2,1754	0,00654	0,225	0,134	0,0134	5,64
		0,00148	0,168173		0,0764749	0,2446						660	658,95	1,05								
37-5	114,91	0,00056	0,064357		0,98897	1,0533	0,0574	100	0,00289	0,06092	0,06092	660	658,95	1,05	1,3920	8,1629	2,1754	0,00608	0,225	0,134	0,0134	5,64
		0,00148	0,169619		2,44588	2,6155						653	651,95	1,05								
45-1	107,59	0,00029	0,030667		0	0,0307	0,0449	100	0,00289	0,07436	0,07436	666	664,95	1,05	1,4370	8,9971	2,0672	0,00550	0,200	0,121	0,0121	5,27
		0,00074	0,079945		0	0,0799						658	656,95	1,05								
45-2	112,64	0,00056	0,063086		0,0306668	0,0938	0,0495	100	0,00289	0,04439	0,04439	658	656,95	1,05	1,1883	5,9482	2,1754	0,00712	0,225	0,134	0,0134	5,64
		0,00148	0,166268		0,079945	0,2462						653	651,95	1,05								
37-6	111,48	0,00056	0,062436		1,1470847	1,2095	0,0707	100	0,00289	0,02691	0,02691	653	651,95	1,05	0,9826	3,9559	2,2785	0,00914	0,250	0,147	0,0147	5,99
		0,00148	0,164556		2,8617092	3,0263						650	648,95	1,05								

TECNOLOGIA 100% PVC																						
Trecho nº	Extensão (m)	Taxa contr. Linear (L/s.m)	Contr. do trecho (L/s)	Vazão concentrada (L/s)	Vazão à montante (L/s)	Vazão à jusante (L/s)	Diâmetro (m)	Diâmetro adotado (mm)	Declividade mínima (m/m)	Declividade terreno/greide (m/m)	Declividade adotada (m/m)	Cota Terreno (m) Greide viário	Cota Coletor (m)	Profundidade Coletor (m)	Vf (m/s)	δc (Pa) >0,6	Vc (m/s)	Q/raiz(I)	Lamina líquida (Y/D)	RH / D	RH	V/ Raiz(I)
		Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial						Montante	Montante	Montante								
		Final	Final	Final	Final	Final						Jusante	Jusante	Jusante								
46-1	94,72	0,00029	0,026998		0	0,0270	0,0456	100	0,00289	0,06862	0,06862	658	656,95	1,05	1,3805	8,3034	2,0672	0,00573	0,200	0,121	0,0121	5,27
		0,00074	0,070382		0	0,0704						651,5	650,45	1,05								
46-2	105,21	0,00029	0,029988		0,0269984	0,0570	0,0612	100	0,00289	0,01426	0,01426	651,5	650,45	1,05	0,7916	2,4380	2,4574	0,01256	0,300	0,171	0,0171	6,63
		0,00074	0,078177		0,0703819	0,1486						650	648,95	1,05								
46-3	9,89	0,00029	0,002819		0,0569868	0,0598	0,0825	100	0,00289	0,00000	0,00289	650	648,95	1,05	0,4389	0,6740	2,8686	0,02789	0,450	0,233	0,0233	8,16
		0,00074	0,007349		0,1485584	0,1559						650	648,92	1,08								
47-1	92,73	0,00029	0,026431		0	0,0264	0,0598	100	0,00289	0,01618	0,01618	651,5	650,45	1,05	0,8432	2,7661	2,4574	0,01179	0,300	0,171	0,0171	6,63
		0,00074	0,068903		0	0,0689						650	648,95	1,05								
47-2	10,29	0,00029	0,002933		0,0264312	0,0294	0,0825	100	0,00289	0,00000	0,00289	650	648,95	1,05	0,4389	0,6740	2,8686	0,02789	0,450	0,233	0,0233	8,16
		0,00074	0,007646		0,0689032	0,0765						650	648,92	1,08								
37-7	115,56	0,00056	0,064721		1,2987	1,3634	0,1044	150	0,00289	0,00433	0,00433	650	648,90	1,10	0,5164	0,9540	2,7906	0,0228	0,250	0,147	0,02205	7,85
		0,00148	0,170579		3,2587218	3,4293						649,5	648,40	1,10								
1-17	57,88	0,00056	0,032417		4,7137856	4,7462	0,1480	200	0,00168	0,00864	0,00864	649,5	648,35	1,15	0,6525	1,6068	2,5630	0,01614	0,150	0,093	0,0186	7,02
		0,00148	0,085437		12,209855	12,2953						649	647,85	1,15								

Apêndice E: Detalhamento da rede com tecnologia tradicional.

Apêndice F: Vista lateral da rede com tecnologia tradicional.

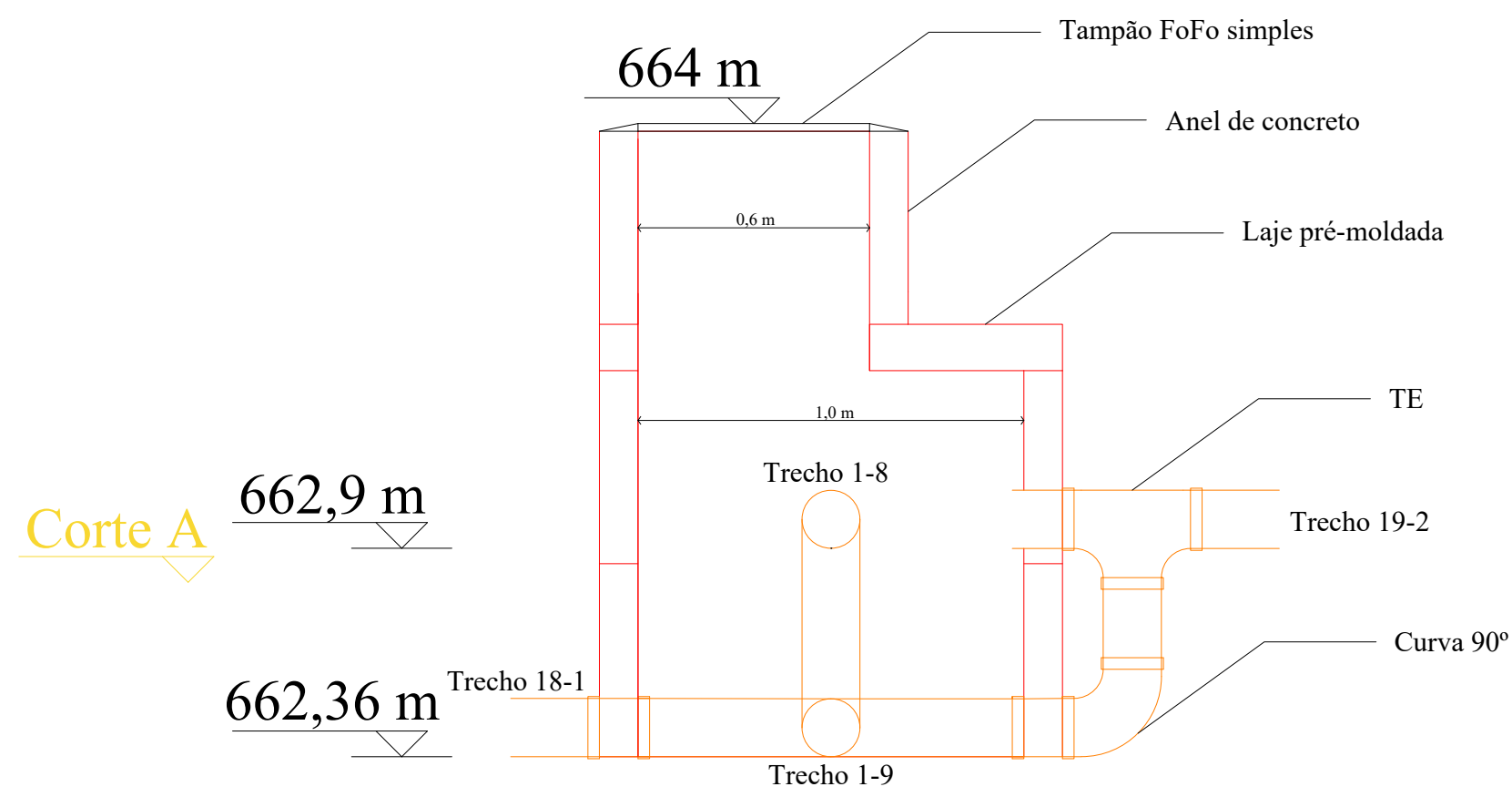


LEGENDA	LEGENDA DA VISTA LATERAL DA REDE COLETORA
Rede coletora de esgoto Órgão acessório Nível do terreno Entrada do coletor de esgoto TIL = tubo de inspeção e limpeza PV = Poço de visita CP = Caixa de passagem TL = Terminal de limpeza	COTA DO TERRENO Nº DO COLETOR Nº DO TRECHO PROFUNDIDADE DE ENTRADA DO COLETOR DIÂMETRO (diâmetro não cotado = DN 150) COMPRIMENTO DECLIVIDADE COLETOR DE ENTRADA NO ÓRGÃO ACESSÓRIO

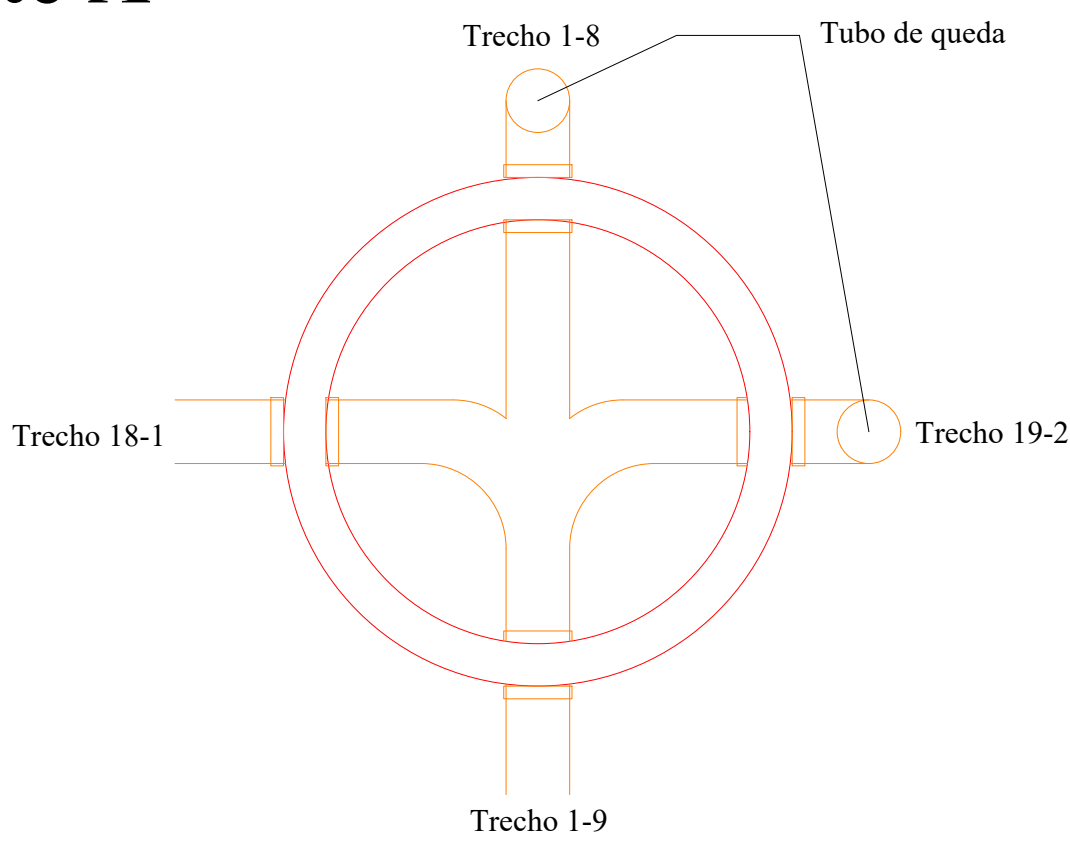
UPF	ESCOLA/FACULDADE	CURSO	
	INSTITUTO DE TECNOLOGIA - ITEC	ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA	
TÍTULO	DISCIPLINA		
VISTA LATERAL DA REDE COLETORA COM TECNOLOGIA TRADICIONAL	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO		
	ACADÊMICA	ORIENTADOR (A)	Nº
	KATHERINE MIORANDO	SIMONE FIORI	02
	ESCALA	DATA	
S/E	28/11/2022		

Apêndice G: Detalhamento dos órgãos acessórios com tecnologia tradicional.

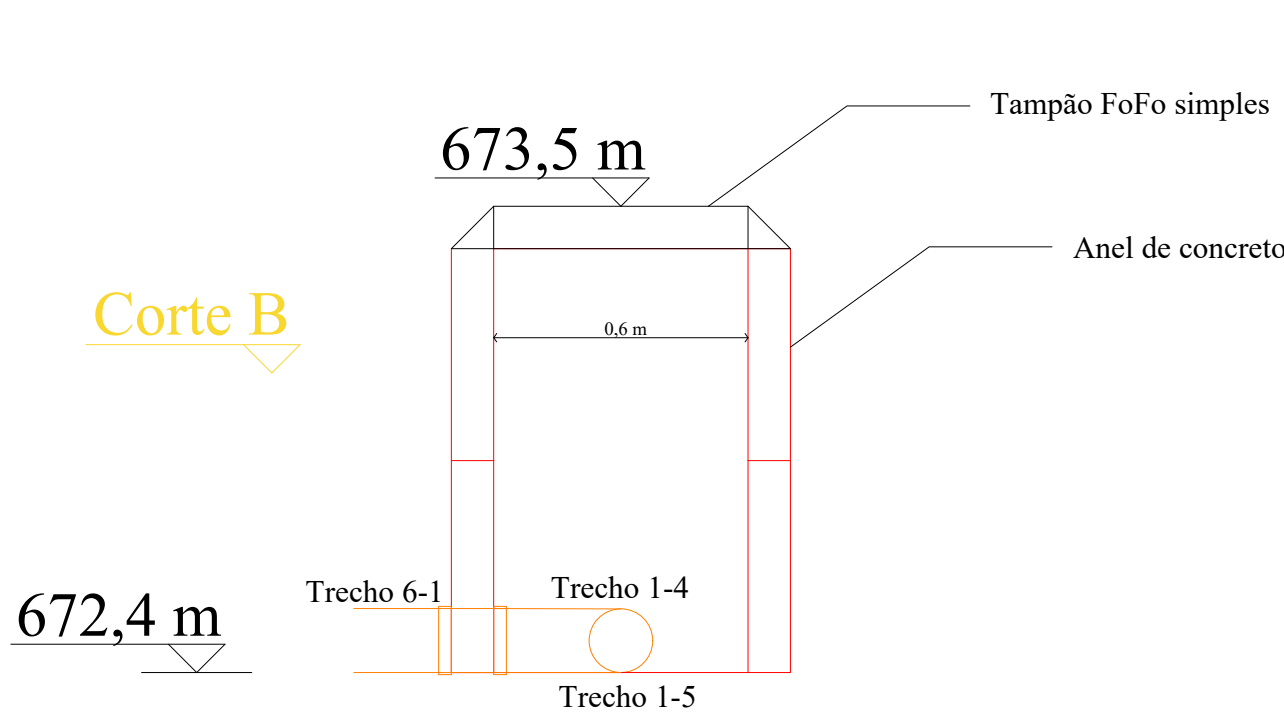
Poço de visita com tubo de queda duplo a montante do Trecho 1-9



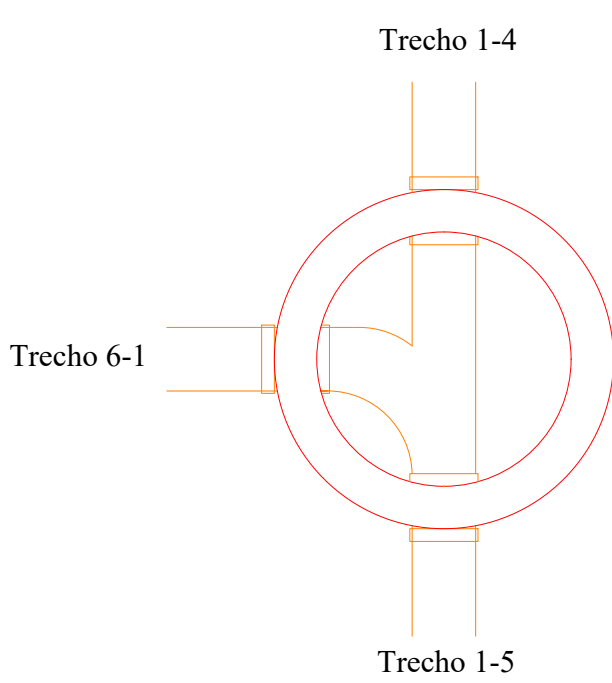
Corte A



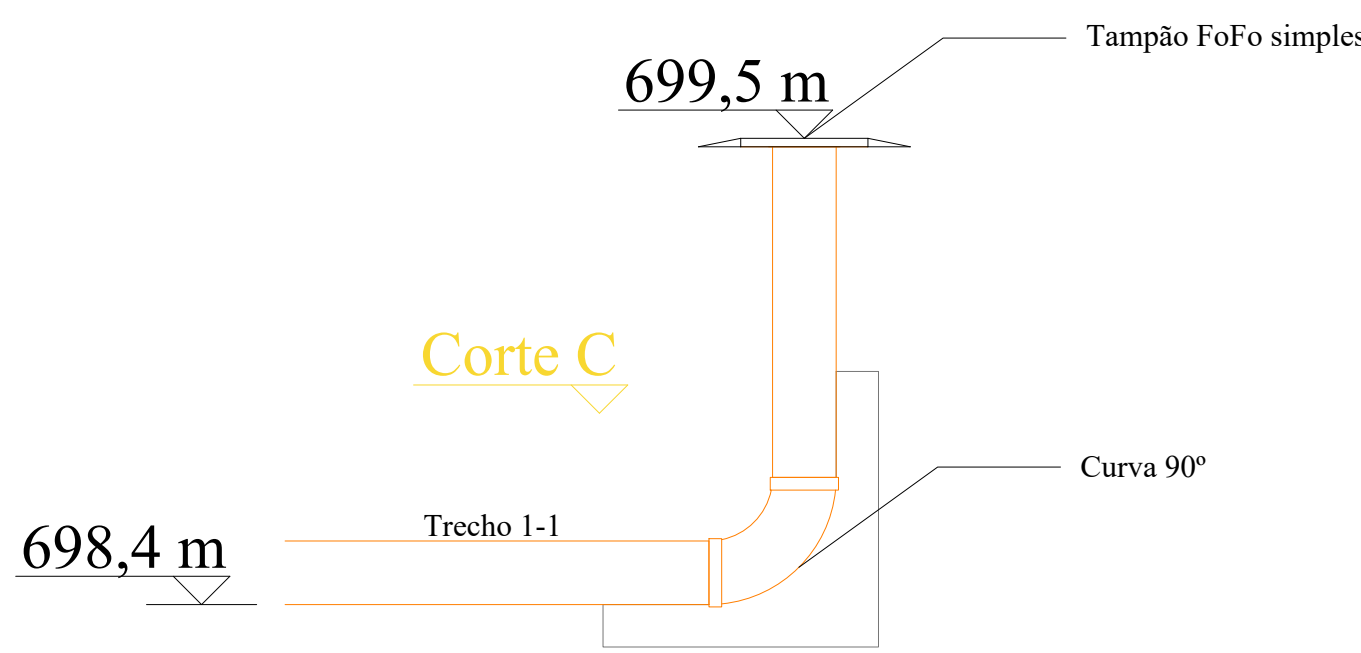
Tubo de inspeção e limpeza a montante do Trecho 1-5



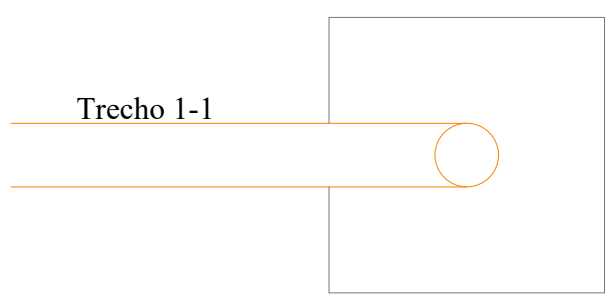
Corte B



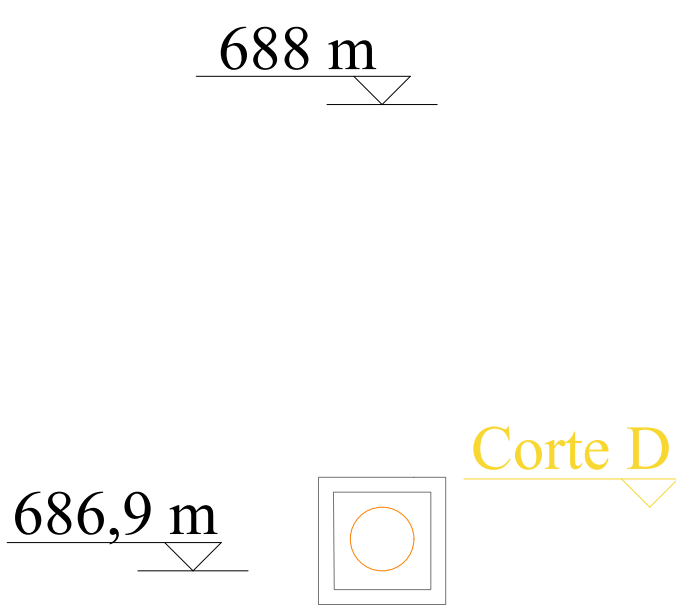
Terminal de limpeza a montante do Trecho 1-1



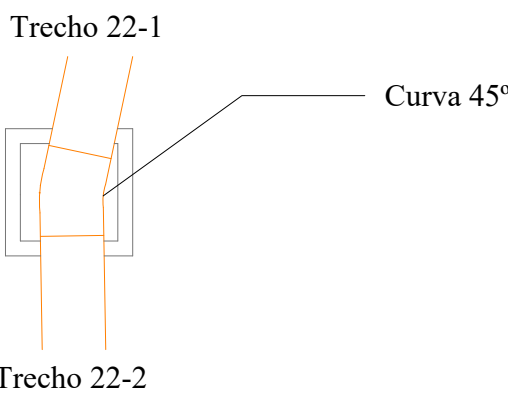
Corte C



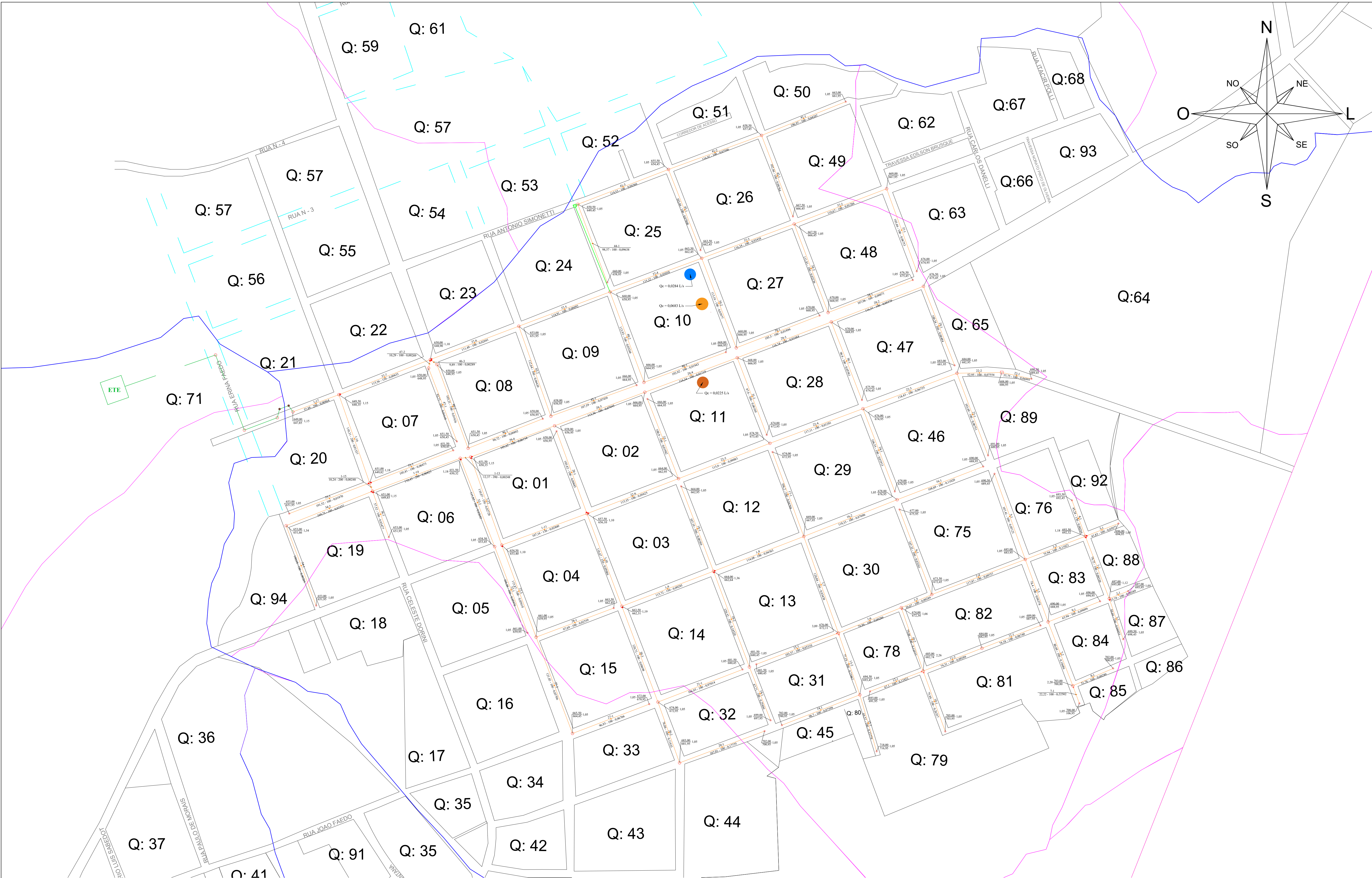
Caixa de passagem a montante do Trecho 22-2



Corte D



Apêndice H: Detalhamento da rede com tecnologia 100% PVC.



LEGENDA

Ruas e quadras

Ruas e quadras projetadas

Rios

Limite das bacias

Estação elevatória (EE)

Estação de tratamento de esgoto (ETE)

Câmara a montante e jusante do sifão

Contribuições singulares:

Escola de Ensino Fundamental

Escola de Ensino Médio

Unidade Básica de Saúde

LEGENDA DO PROJETO DA REDE COLETORA

Rede coletora projetada

Tubo de inspeção e limpeza (TIL)

Poço de visita (PV)

Caixa de passagem (CP)

Terminal de limpeza (TL)

PV com degrau

PV com tubo de queda

Profundidade 1.30

40.70

39.40

Nº DO COLETOR

Nº DO TRECHO

COMPRIMENTO (m)

DIÂMETRO (mm)

(diâmetro não cotado = DN 150)

DECLIVIDADE (m/m)

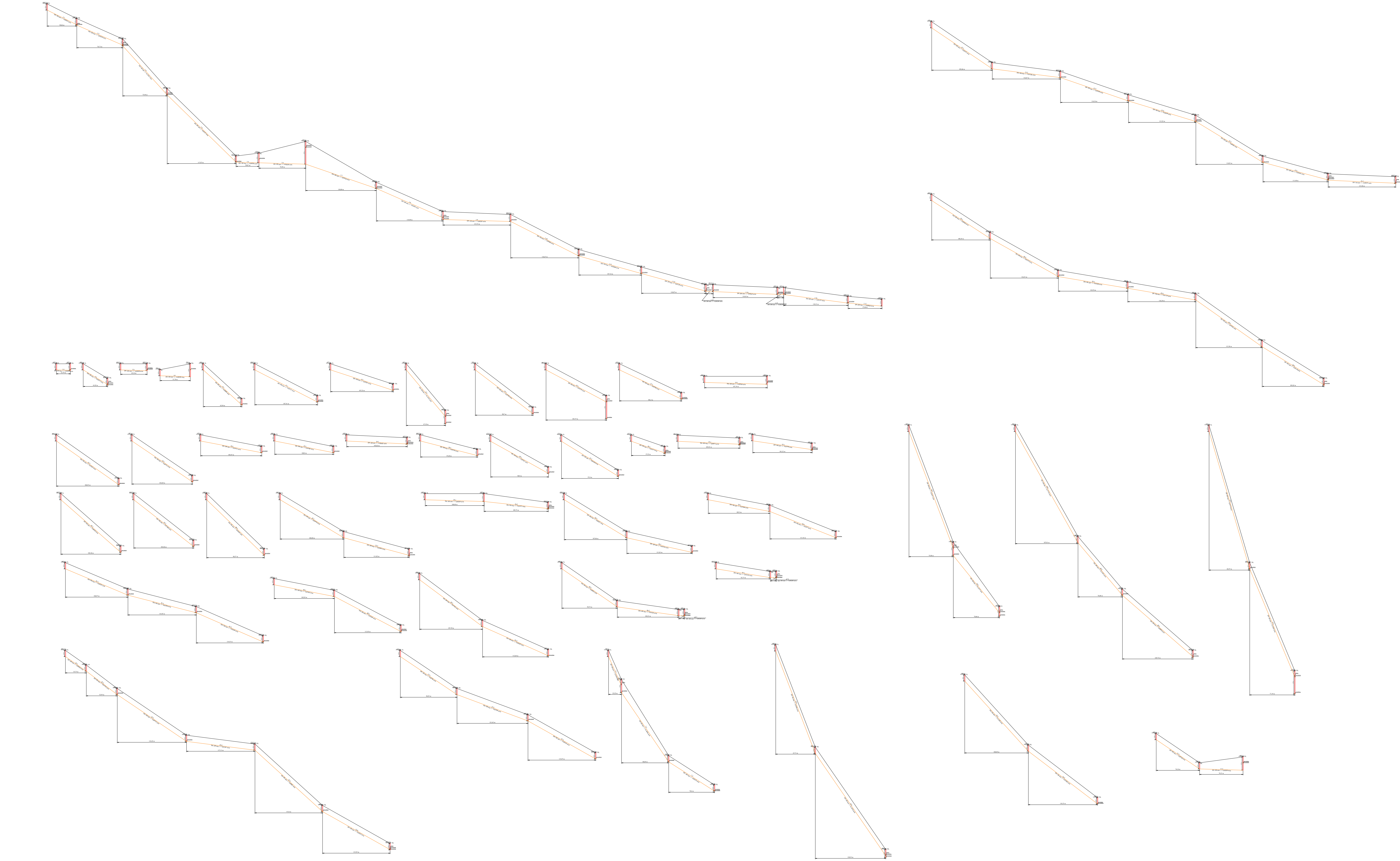
COTA DO TERRENO

COTA DA GERATRIZ INFERIOR

UPF	ESCOLA/FACULDADE		CURSO		
	INSTITUTO DE		ENGENHARIA AMBIENTAL E		
	TECNOLOGIA - ITEC		SANITÁRIA		
	TÍTULO		DISCIPLINA		
PROJETO DO TRAÇADO DA REDE COLETORA DE ESGOTO COM TECNOLOGIA 100% PVC		TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO		Nº	
		ACADÊMICA	ORIENTADOR (A)		
		KATHERINE MIORANDO	SIMONE FIORI		
ESCALA		DATA			
1:2000		28/11/2022			

04

Apêndice I: Vista lateral da rede com tecnologia 100% PVC.

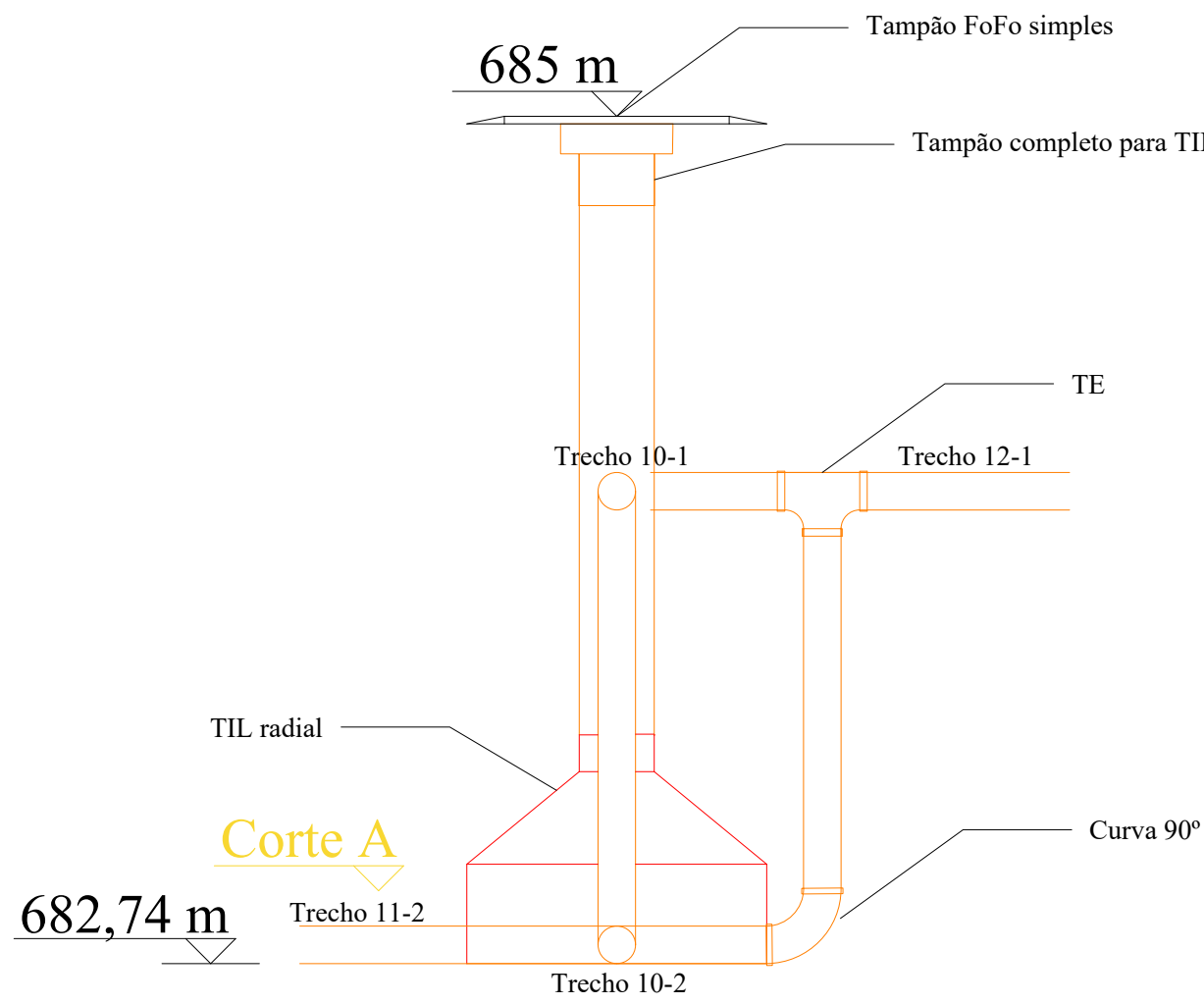


LEGENDA	LEGENDA DA VISTA LATERAL DA REDE COLETORA
Rede coletora de esgoto Órgão acessório Nível do terreno Entrada do coletor de esgoto TIL = tubo de inspeção e limpeza PV = Poço de visita CP = Caixa de passagem TL = Terminal de limpeza	COTA DO TERRENO Profundidade Nº DO COLETOR Nº DO TRECHO PROFUNDIDADE DE ENTRADA DO COLETOR DIÂMETRO (diâmetro não cotado = DN 150) DN 150 mm / i = 0,01970 m/m 101,52 m COMPRIMENTO DECLIVIDADE COLETOR DE ENTRADA NO ÓRGÃO ACESSÓRIO

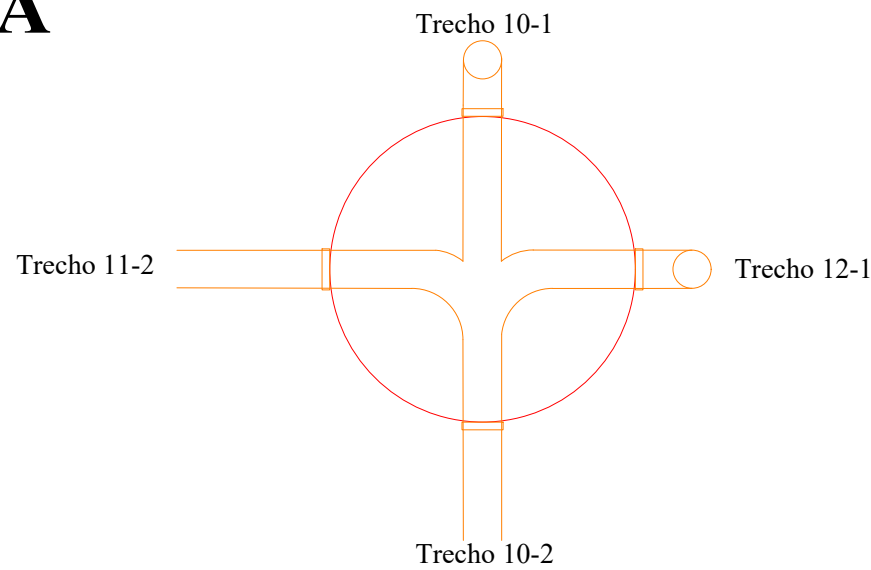
UPF	ESCOLA/FACULDADE INSTITUTO DE TECNOLOGIA - ITEC	CURSO ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA
TÍTULO VISTA LATERAL DA REDE COLETORA COM TECNOLOGIA 100% PVC	DISCIPLINA TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	ACADÊMICA KATHERINE MIORANDO
ESCALA S/E	ORIENTADOR (A) SIMONE FIORI	DATA 28/11/2022
		Nº 05

Apêndice J: Detalhamento dos órgãos acessórios com tecnologia 100% PVC.

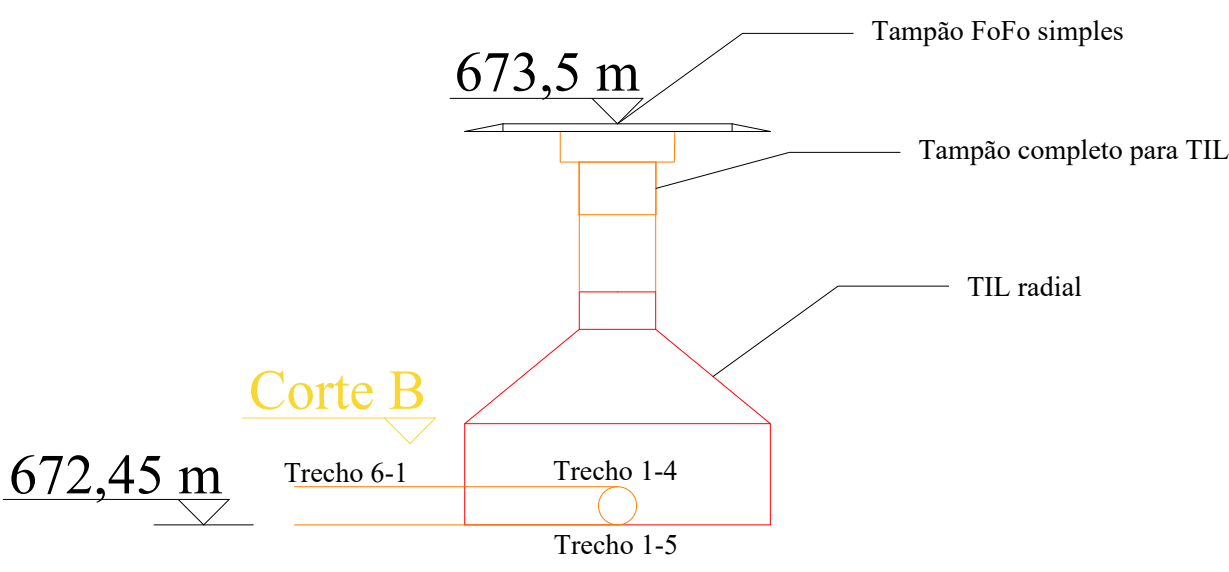
Tubo de inspeção e limpeza radial com tubo de queda duplo a montante do Trecho 10-2



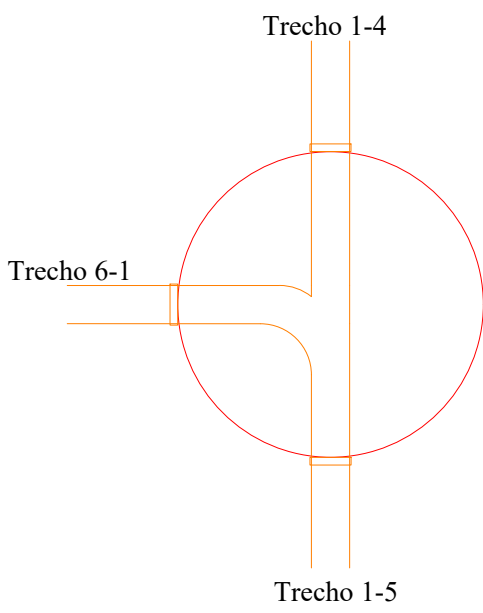
Corte A



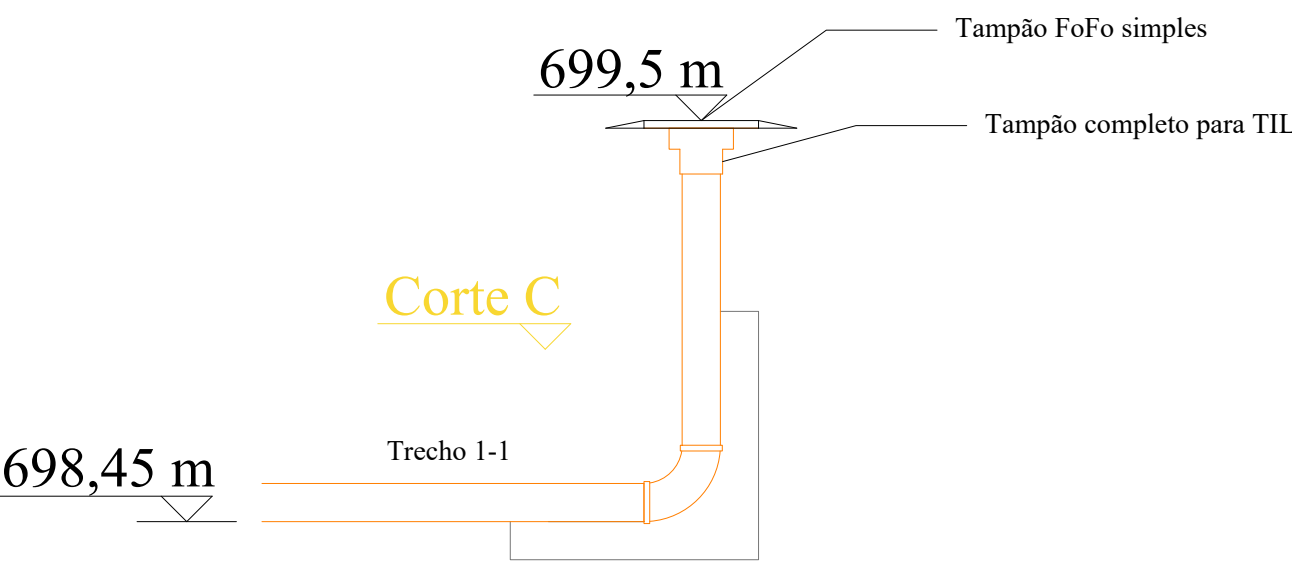
Tubo de inspeção e limpeza radial a montante do Trecho 1-5



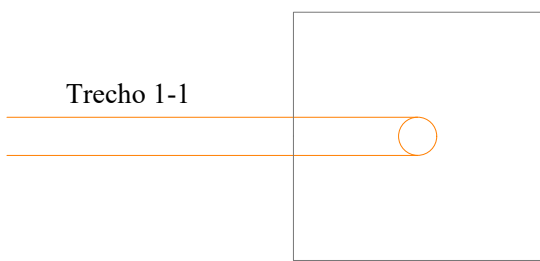
Corte B



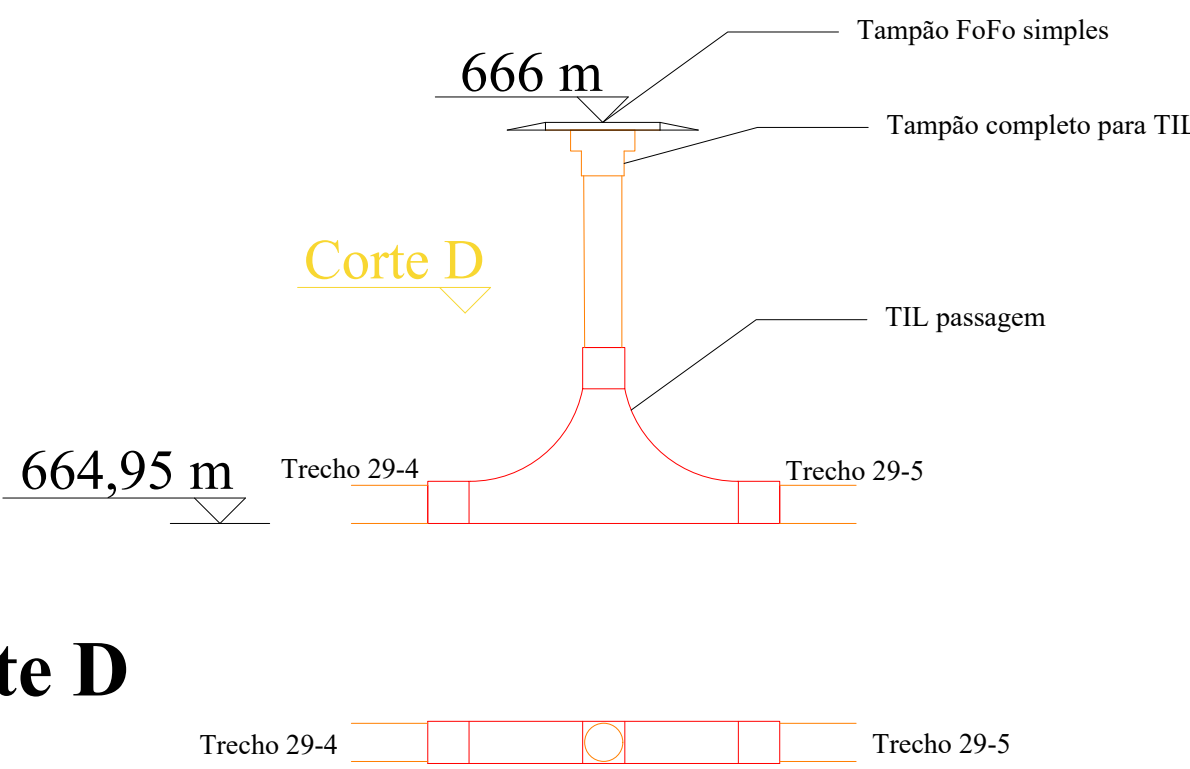
Terminal de limpeza a montante do Trecho 1-1



Corte C



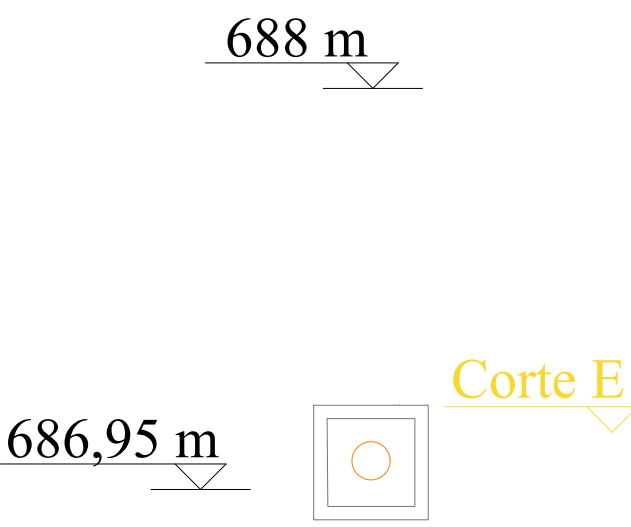
Tubo de inspeção e limpeza de passagem a montante do Trecho 29-5



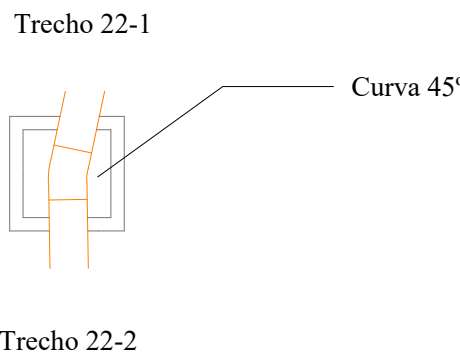
Corte D



Caixa de passagem a montante do Trecho 22-2



Corte E



Apêndice K: Estimativa orçamentária dos materiais

TECNOLOGIA TRADICIONAL					
Poço de Visita (PV)					
Referência	Insumo	Quantidade	Unidade	Valor unitário	Valor total do insumo
SINAPI - 43443	Anel em concreto armado, liso, com fundo, DI = 1,0 m, H = 0,5 m	1	un.	R\$ 268,67	R\$ 268,67
SINAPI - 12547	Anel em concreto armado, liso, sem fundo, DI = 1,0 m, H = 0,5 m	1	un.	R\$ 195,01	R\$ 195,01
SINAPI - 43423	Anel de concreto armado, liso, sem fundo, DI = 0,6 m, H = 0,2 m	4	un.	R\$ 71,64	R\$ 286,56
SINAPI - 6240	Tampão FoFo simples com base, classe D400 carga max. 40 T, redondo, tampa 600 mm	1	un.	R\$ 853,99	R\$ 853,99
SINAPI - 11649	Laje pré-moldada de transição excentrica em concreto armado, DN = 1,2 m, furo circular DN = 0,6 m, espessura de 12 cm	1	un.	R\$ 580,62	R\$ 580,62
Custo por poço de visita (PV)					R\$ 2.184,85
Custo total com poços de visita (PV)		5	un.	R\$ 2.184,85	R\$ 10.924,25
Tubo de Inspeção para Limpeza (TIL)					
Referência	Insumo	Quantidade	Unidade	Valor unitário	Valor total do insumo
SINAPI - 43441	Anel em concreto armado, liso, com fundo, DI = 0,6 m; H = 0,5 m	1	un.	R\$ 153,52	R\$ 153,52
SINAPI - 43423	Anel em concreto armado, liso, sem fundo, DI = 0,6 m, H = 0,2 m	1	un.	R\$ 71,64	R\$ 71,64
SINAPI - 12532	Anel em concreto armado, liso, sem fundo, DI = 0,6 m, H = 0,5 m	1	un.	R\$ 110,49	R\$ 110,49
SINAPI - 6240	Tampão FoFo simples com base, classe D400 carga max. 40 T, redondo, tampa 600 mm	1	un.	R\$ 853,99	R\$ 853,99
Custo por tubo de inspeção e limpeza (TIL)					R\$ 1.189,64
Custo total com tubo de limpeza (TIL)		50	un.	R\$ 1.189,64	R\$ 59.482,00
Terminal de Limpeza (TL)					
Referência	Insumo	Quantidade	Unidade	Valor unitário	Valor total do insumo
SINAPI - 1865	Curva longa PVC, PB, JE, 90 graus, DN 150 mm (NBR 10569)	1	un.	R\$ 261,71	R\$ 261,71
SINAPI - 11315	Tampão FoFo simples com base, Classe A15 Carga MAX 1,5 T, 300 X 300 mm (com inscrição em relevo do tipo rede)	1	un.	R\$ 169,99	R\$ 169,99
SINAPI - 41936	Tubo coletor de esgoto, PVC, JEI, DN 150 mm (NBR 7362)	0,8	m	R\$ 94,99	R\$ 75,99
Custo por terminal de limpeza (TL)					R\$ 507,69

Custo total com terminais de limpeza (TL)		48	un.	R\$ 507,69	R\$ 24.369,22
Tubo de Queda (TQ)					
Referência	Insumo	Quantidade	Unidade	Valor unitário	Valor total do insumo
SINAPI - 1865	Curva longa PVC, PB, JE, 90 graus, DN 150 mm (NBR 10569)	1	un.	R\$ 261,71	R\$ 261,71
SINAPI - 7069	TE, PVC, 90 graus, BBB, JE, DN 150 mm, para rede coletora de esgoto (NBR 10569)	1	un.	181,07	181,07
SINAPI - 41936	Tubo coletor de esgoto, PVC, JEI, DN 150 mm (NBR 7362)	0,6	m	R\$ 94,99	R\$ 56,99
Custo por tubo de queda (TQ)					R\$ 499,77
Custo total com tubos de queda (TQ)		8	un.	R\$ 499,77	R\$ 3.998,19
Caixa de Passagem (CP)					
Referência	Insumo	Quantidade	Unidade	Valor unitário	Valor total do insumo
SINAPI - 41627	Caixa de concreto armado pré-moldado, com fundo e tampa, dimensões de 0,30 m x 0,30 m x 0,30 m	1	un.	157,79	R\$ 157,79
SINAPI - 1844	Curva longa PVC, PB, JE, 45 graus, DN 150 mm, para rede coletora esgoto (NBR 10569)	1	un.	182,26	R\$ 182,26
Custo total com caixa de passagem (CP)					R\$ 340,05
Tubulação					
Referência	Insumo	Quantidade	Unidade	Valor unitário	Valor total do insumo
SINAPI - 41936	Tubo coletor de esgoto PVC, JEI, DN 150 mm (NBR 7362)	11098,37	m	R\$ 94,99	R\$ 1.054.234,17
SINAPI - 41930	Tubo coletor de esgoto PVC, JEI, DN 200 mm (NBR 7362)	302,46	m	R\$ 142,60	R\$ 43.130,80
Custo total com a tubulação					R\$ 1.097.364,96
CUSTO TOTAL PARA A REDE COM TECNOLOGIA TRADICIONAL					R\$ 1.196.478,67

TECNOLOGIA 100% PVC					
Tubo de Inspeção e Limpeza (TIL) radial DN 150 mm					
Referência	Insumo	Quantidade	Unidade	Valor unitário	Valor total do insumo
Amanco - 99355	TIL Radial rede DN 150 mm	1	un.	R\$ 460,64	R\$ 460,64
SINAPI - 41930	Tubo coletor de esgoto PVC, JEI, DN 200 mm (NBR 7362)	0,5	m	R\$ 142,60	R\$ 71,30
SINAPI - 42705	Tampão completo para TIL, em PVC, OCRE, DN 200 mm, para rede coletora de esgoto	1	un.	R\$ 249,27	R\$ 249,27
SINAPI - 6240	Tampão FoFo simples com base, classe D400 carga max. 40 T, redondo, tampa 600 mm	1	un.	R\$ 853,99	R\$ 853,99
Custo por tubo de inspeção e limpeza (TIL) radial DN 150 mm					R\$ 1.635,20
Custo total com tubos de inspeção e limpeza (TIL) radial DN 150 mm		42	un.	R\$ 1.635,20	R\$ 68.678,40
Tubo de Inspeção e Limpeza (TIL) radial DN 300 mm					
Referência	Insumo	Quantidade	Unidade	Valor unitário	Valor total do insumo
Amanco - 99356	TIL Radial rede DN 300 mm	1	un.	R\$ 1.796,05	R\$ 1.796,05
SINAPI - 41931	Tubo coletor de esgoto PVC, JEI, DN 250 mm (NBR 7362)	0,1	m	R\$ 243,16	R\$ 24,32
SINAPI - 42706	Tampão completo para TIL, em PVC, OCRE, DN 250 mm, para rede coletora de esgoto	1	un.	R\$ 308,71	R\$ 308,71
SINAPI - 6240	Tampão FoFo simples com base, classe D400 carga max. 40 T, redondo, tampa 600 mm	1	un.	R\$ 853,99	R\$ 853,99
Custo por tubo de inspeção e limpeza (TIL) radial DN 300 mm					R\$ 2.983,07
Custo total com tubos de inspeção e limpeza (TIL) radial DN 300 mm		6	un.	R\$ 2.983,07	R\$ 17.898,40
Tubo de Inspeção e Limpeza (TIL) passagem					
Referência	Insumo	Quantidade	Unidade	Valor unitário	Valor total do insumo
Amanco - 99354	TIL passagem rede BBB JEI/BE, DN 100 mm	1	un.	R\$ 253,99	R\$ 253,99
SINAPI - 36365	Tubo coletor de esgoto PVC, JEI, DN 100 mm (NBR 7362)	0,5	m	R\$ 44,05	R\$ 22,03
SINAPI - 42703	Tampão completo para TIL, em PVC, OCRE, DN 100 mm, para rede coletora	1	un.	R\$ 127,26	R\$ 127,26
SINAPI - 11315	Tampão FoFo simples com base, Classe A15 Carga MAX 1,5 T, 300 X 300 mm (com inscrição em relevo do tipo rede)	1	un.	R\$ 169,99	R\$ 169,99

Custo por tubo inspeção e limpeza (TIL) passagem				R\$ 319,28	
Custo total com tubos de inspeção e limpeza (TIL) passagem		7	un.	R\$ 319,28	R\$ 2.234,93
Terminal de Limpeza (TL)					
Referência	Insumo	Quantidade	Unidade	Valor unitário	Valor total do insumo
SINAPI - 1863	Curva longa PVC, PB, JE, 90 graus, DN 100 mm, para rede coletora de esgoto (NBR 10569)	1	un.	R\$ 71,74	R\$ 71,74
SINAPI - 42703	Tampão completo para TIL, em PVC, OCRE, DN 100 mm, para rede coletora	1	un.	R\$ 127,26	R\$ 127,26
SINAPI - 11315	Tampão FoFo simples com base, Classe A15 Carga MAX 1,5 T, 300 X 300 mm (com inscrição em relevo do tipo rede)	1	un.	R\$ 169,99	R\$ 169,99
SINAPI - 36365	Tubo coletor de esgoto PVC, JEI, DN 100 mm (NBR 7362)	0,8	m	R\$ 44,05	R\$ 35,24
Custo por terminal de limpeza (TL)					R\$ 404,23
Custo total com terminais de limpeza (TL)		47	un.	R\$ 404,23	R\$ 18.998,81
Tubo de Queda (TQ) 100 mm					
Referência	Insumo	Quantidade	Unidade	Valor unitário	Valor total do insumo
SINAPI - 1863	Curva longa PVC, PB, JE, 90 graus, DN 100 mm, para rede coletora de esgoto (NBR 10569)	1	un.	R\$ 71,74	R\$ 71,74
SINAPI - 7082	TE, PVC, 90 GRAUS, BBB, JE, DN 100 mm, para rede coletora de esgoto (NBR 10569)	1	un.	R\$ 81,59	R\$ 81,59
SINAPI - 36365	Tubo coletor de esgoto PVC, JEI, DN 100 mm (NBR 7362)	1,50	m	R\$ 44,05	R\$ 66,08
Custo por tubo de queda (TQ)					R\$ 219,41
Custo total com tubos de queda (TQ)		6	un.	R\$ 219,41	R\$ 1.316,43
Caixa de Passagem (CP)					
Referência	Insumo	Quantidade	Unidade	Valor unitário	Valor total do insumo
SINAPI - 41627	Caixa de concreto armado pré-moldado, com fundo e tampa, dimensões de 0,30 m x 0,30 m x 0,30 m	1	un.	R\$ 157,79	R\$ 157,79
SINAPI - 1858	Curva longa PVC,, PB, JE, 45 graus, DN 100 mm, para rede coletora de esgoto (NBR 10569)	1	un.	R\$ 49,44	R\$ 49,44
Custo total com caixa de passagem (CP)					R\$ 207,23
Tubulação					

Referência	Insumo	Quantidade	Unidade	Valor unitário	Valor total do insumo
SINAPI - 36365	Tubo coletor de esgoto PVC, JEI, DN 100 mm (NBR 7362)	10510,74	m	R\$ 44,05	R\$ 462.998,10
SINAPI - 41936	Tubo coletor de esgoto PVC, JEI, DN 150 mm (NBR 7362)	587,63	m	R\$ 94,99	R\$ 55.818,97
SINAPI - 41930	Tubo coletor de esgoto PVC, JEI, DN 200 mm (NBR 7362)	302,24	m	R\$ 142,60	R\$ 43.099,42
Custo total com a tubulação					R\$ 561.916,49
CUSTO TOTAL PARA A REDE COM TECNOLOGIA 100% PVC					R\$ 671.250,69

ANEXOS

ANEXO A: Tabela de verificações das tubulações para coeficiente de Manning igual a 0,013 (FERNANDES; SCORTEGAGNA, 2021).

Tabela para Dimensionamento e Verificação de Tubulações de Esgoto - Fórmula de Manning com n=0.013

		y/D	0,050	0,100	0,125	0,150	0,175	0,200	0,225	0,250	0,275	0,300	0,325	0,350	0,375	0,400	0,425	0,450	0,475	0,500	0,525	0,550	0,575	0,600	0,625	0,650	0,675	0,700	0,725	0,750	0,800	0,850
		a	0,9021	1,2870	1,4455	1,5908	1,7264	1,8546	1,9769	2,0944	2,2081	2,3186	2,4265	2,5322	2,6362	2,7389	2,8405	2,9413	3,0416	3,1416	3,2416	3,3419	3,4427	3,5443	3,6470	3,7510	3,8567	3,9646	4,0751	4,1888	4,4286	4,6924
		f(a)	0,0302	0,1312	0,2092	0,3054	0,4193	0,5502	0,6976	0,8607	1,0386	1,2304	1,4353	1,6521	1,8798	2,1174	2,3635	2,6171	2,8769	3,1416	3,4098	3,6801	3,9511	4,2213	4,4890	4,7527	5,0104	5,2605	5,5009	5,7295	6,1416	6,4744
D (m)	Rh/D	0,033	0,064	0,078	0,093	0,107	0,121	0,134	0,147	0,159	0,171	0,182	0,193	0,204	0,214	0,224	0,233	0,242	0,250	0,258	0,265	0,272	0,278	0,283	0,288	0,293	0,296	0,299	0,302	0,304	0,303	
0,100	Q / raiz(l)	0,0002	0,0011	0,0017	0,0025	0,0034	0,0045	0,0057	0,0071	0,0085	0,0101	0,0118	0,0136	0,0155	0,0174	0,0194	0,0215	0,0237	0,0258	0,0280	0,0303	0,0325	0,0347	0,0369	0,0391	0,0412	0,0432	0,0452	0,0471	0,0505	0,0532	
0,150		0,0007	0,0032	0,0051	0,0074	0,0102	0,0133	0,0169	0,0209	0,0252	0,0298	0,0348	0,0400	0,0456	0,0513	0,0573	0,0634	0,0697	0,0761	0,0826	0,0892	0,0958	0,1023	0,1088	0,1152	0,1214	0,1275	0,1333	0,1389	0,1489	0,1569	
0,200		0,0016	0,0068	0,0109	0,0159	0,0219	0,0287	0,0364	0,0449	0,0542	0,0642	0,0749	0,0862	0,0981	0,1105	0,1234	0,1366	0,1502	0,1640	0,1780	0,1921	0,2063	0,2204	0,2343	0,2481	0,2615	0,2746	0,2871	0,2991	0,3206	0,3380	
0,250		0,0029	0,0124	0,0198	0,0289	0,0397	0,0521	0,0660	0,0815	0,0983	0,1165	0,1358	0,1564	0,1779	0,2004	0,2237	0,2477	0,2723	0,2973	0,3227	0,3483	0,3740	0,3995	0,4249	0,4498	0,4742	0,4979	0,5206	0,5423	0,5813	0,6128	
0,300		0,0046	0,0202	0,0322	0,0470	0,0645	0,0847	0,1074	0,1325	0,1598	0,1894	0,2209	0,2543	0,2893	0,3259	0,3638	0,4028	0,4428	0,4835	0,5248	0,5664	0,6081	0,6497	0,6909	0,7315	0,7711	0,8096	0,8466	0,8818	0,9452	0,9964	
0,375		0,0084	0,0366	0,0584	0,0852	0,1170	0,1535	0,1947	0,2402	0,2898	0,3434	0,4005	0,4610	0,5246	0,5908	0,6595	0,7303	0,8028	0,8767	0,9515	1,0269	1,1026	1,1779	1,2526	1,3262	1,3981	1,4679	1,5350	1,5988	1,7138	1,8067	
0,400		0,0100	0,0435	0,0694	0,1012	0,1390	0,1824	0,2312	0,2853	0,3442	0,4078	0,4757	0,5476	0,6231	0,7018	0,7834	0,8675	0,9536	1,0413	1,1302	1,2198	1,3096	1,3992	1,4879	1,5753	1,6607	1,7436	1,8233	1,8991	2,0356	2,1460	
0,450		0,0137	0,0595	0,0949	0,1386	0,1902	0,2497	0,3166	0,3905	0,4713	0,5583	0,6513	0,7497	0,8530	0,9608	1,0725	1,1876	1,3054	1,4255	1,5472	1,6699	1,7929	1,9155	2,0369	2,1566	2,2735	2,3870	2,4961	2,5998	2,7868	2,9378	
0,500		0,0181	0,0788	0,1257	0,1835	0,2520	0,3307	0,4192	0,5172	0,6242	0,7394	0,8626	0,9928	1,1297	1,2724	1,4204	1,5728	1,7289	1,8880	2,0492	2,2116	2,3745	2,5368	2,6977	2,8562	3,0111	3,1614	3,3058	3,4432	3,6909	3,8909	
0,600		0,0295	0,1282	0,2045	0,2985	0,4097	0,5377	0,6817	0,8411	1,0149	1,2024	1,4026	1,6145	1,8370	2,0691	2,3097	2,5575	2,8114	3,0701	3,3322	3,5963	3,8612	4,1252	4,3868	4,6444	4,8963	5,1407	5,3757	5,5990	6,0018	6,3270	
0,700		0,0445	0,1934	0,3084	0,4502	0,6180	0,8111	1,0283	1,2687	1,5310	1,8138	2,1157	2,4353	2,7710	3,1212	3,4840	3,8579	4,2408	4,6310	5,0263	5,4248	5,8243	6,2225	6,6172	7,0058	7,3858	7,7544	8,1088	8,4457	9,0532	9,5439	
0,800		0,0635	0,2761	0,4404	0,6428	0,8824	1,1580	1,4682	1,8114	2,1858	2,5896	3,0207	3,4770	3,9563	4,4562	4,9742	5,5080	6,0547	6,6118	7,1762	7,7451	8,3155	8,8841	9,4475	10,002	10,545	11,071	11,577	12,058	12,926	13,626	
0,900		0,0869	0,3780	0,6029	0,8800	1,2080	1,5853	2,0100	2,4798	2,9924	3,5452	4,1353	4,7600	5,4162	6,1005	6,8098	7,5405	8,2890	9,0516	9,8243	10,603	11,384	12,162	12,934	13,693	14,436	15,157	15,849	16,508	17,695	18,654	
1,000		0,1151	0,5006	0,7985	1,1654	1,5999	2,0996	2,6620	3,2842	3,9631	4,6952	5,4769	6,3042	7,1732	8,0796	9,0189	9,9866	10,978	11,988	13,011	14,043	15,077	16,108	17,130	18,136	19,119	20,073	20,991	21,863	23,436	24,706	
1,100		0,1485	0,6454	1,0295	1,5027	2,0629	2,7072	3,4323	4,2346	5,1100	6,0539	7,0617	8,1285	9,2489	10,418	11,629	12,877	14,155	15,457	16,777	18,107	19,440	20,769	22,086	23,384	24,652	25,882	27,065	28,190	30,217	31,855	
1,200		0,1872	0,8140	1,2984	1,8951	2,6016	3,4142	4,3287	5,3406	6,4445	7,6349	8,9060	10,251	11,664	13,138	14,666	16,239	17,851	19,494	21,158	22,835	24,517	26,193	27,854	29,490	31,090	32,642	34,133	35,552	38,109	40,174	
1,500	0,3395	1,4758	2,3541	3,4361	4,7170	6,1903	7,8485	9,6831	11,685	13,843	16,148	18,587	21,149	23,821	26,591	29,444	32,367	35,344	38,362	41,403	44,452	47,491	50,504	53,470	56,370	59,183	61,888	64,459	69,096	72,840		
1,750	0,5120	2,2262	3,5510	5,1832	7,1152	9,3376	11,839	14,606	17,625	20,881	24,357	28,037	31,902	35,933	40,110	44,414	48,823	53,314	57,866	62,454	67,053	71,638	76,181	80,655	85,030	89,274	93,353	97,232	104,23	109,87		
2,000	0,7311	3,1784	5,0699	7,4001	10,159	13,332	16,903	20,854	25,164	29,813	34,776	40,029	45,547	51,302	57,266	63,411	69,706	76,118	82,617	89,167	95,733	102,28	108,77	115,15	121,40	127,46	133,28	138,82	148,81	156,87		
0,100	V / raiz(l)	1,69	2,64	3,04	3,40	3,73	4,05	4,34	4,61	4,86	5,10	5,33	5,54	5,74	5,93	6,11	6,28	6,43	6,58	6,71	6,84	6,95	7,05	7,15	7,23	7,30	7,36	7,42	7,45	7,50	7,48	
0,150		2,21	3,46	3,98	4,45	4,89	5,30	5,68	6,04	6,37	6,69	6,99	7,26	7,53	7,77	8,01	8,22	8,43	8,62	8,79	8,96	9,11	9,24	9,36	9,47	9,57	9,65	9,72	9,77	9,82	9,80	
0,200		2,68	4,19	4,82	5,40	5,93	6,42	6,88	7,32	7,72	8,10	8,46	8,80	9,12	9,42	9,70	9,96	10,21	10,44	10,65	10,85	11,03	11,20	11,34	11,48	11,59	11,69	11,77	11,83	11,90	11,87	
0,250		3,11	4,86	5,59	6,26	6,88	7,45	7,99	8,49	8,96	9,40	9,82	10,21	10,58	10,93	11,26	11,56	11,85	12,11	12,36	12,59	12,80	12,99	13,16	13,32	13,45	13,57	13,66	13,73	13,81	13,78	
0,300		3,51	5,49	6,31	7,07	7,77	8,41	9,02	9,59	10,12	10,62	11,09	11,53	11,95	12,34	12,71	13,06	13,38	13,68	13,96	14,22	14,46	14,67	14,87	15,04	15,19	15,32	15,42	15,51	15,59	15,56	
0,375		4,08	6,37	7,33	8,20	9,01	9,76	10,47	11,12	11,74	12,32	12,87	13,38	13,87	14,32	14,75	15,15	15,53	15,87	16,20	16,50	16,77	17,02	17,25	17,45	17,63	17,78	17,90	17,99	18,09	18,06	
0,400		4,26	6,65	7,65	8,56	9,41	10,19	10,93	11,61	12,26	12,86	13,43	13,97	14,48	14,95	15,40	15,82	16,21	16,57	16,91	17,22	17,51	17,77	18,01	18,22	18,40	18,56	18,69	18,78	18,89	1	

ANEXO B: Perímetro urbano de Água Santa.



01