



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA ZONA SUL
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

ANGELO MIGUEL MARTINS DOS SANTOS

ESTUDO COMPARATIVO DOS ASPECTOS SOCIAIS E ECONÔMICOS ENTRE
OS MODELOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO CONVENCIONAL E
CONDOMINIAL.

TERESINA

2024

ANGELO MIGUEL MARTINS DOS SANTOS

ESTUDO COMPARATIVO DOS ASPECTOS SOCIAIS E ECONÔMICOS ENTRE OS
MODELOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO CONVENCIONAL E CONDOMINIAL.

Projeto de pesquisa apresentado como exigência para
aprovação na disciplina TCC do Curso de Engenharia
Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, Campus Zona Sul.

Orientador(a): Prof. Dr. Mauro César de Sousa Brito

TERESINA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Santos, Angelo Miguel Martins dos
S237e Estudo comparativo dos aspectos sociais e econômicos entre os modelos
de esgotamento sanitário convencional e condominial / Angelo Miguel Martins
dos Santos. - 2024.
120 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) -
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus
Teresina Zona Sul, 2024.

Orientador : Prof Dr. Mauro César de Brito Sousa.

1. Engenharia civil. 2. Esgotamento sanitário. 3. Loteamento. 4.
Saneamento básico. I.Título.

CDD - 624

Elaborado por Isabel dos Santos Lima CRB 3/1060

ANGELO MIGUEL MARTINS DOS SANTOS

ESTUDO COMPARATIVO DOS ASPECTOS SOCIAIS E ECONÔMICOS ENTRE OS
MODELOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO CONVENCIONAL E CONDOMINIAL.

Projeto de pesquisa apresentado como exigência para
aprovação na disciplina TCC do Curso de Engenharia
Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, Campus Zona Sul.

Aprovada em: 20/01/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Mauro César (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Ailton Freire
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Esp. em Saneamento Básico Luma Rocha
Externo (a)

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, José da Luz e Ana Célia, cujos sacrifícios e dedicações foram fundamentais em todas as fases da minha vida, vale ainda ressaltar todo o incondicional apoio, incentivo e paciência, presentes em todas as etapas da minha formação.

A minha pequena grande, minha irmã Alana Martins, que teve desde pequena a maturidade de entender minha ausência ao decorrer dos seus dias, mas que nunca deixou o Dedel ficar triste nessa trajetória dele, fazendo o possível e impossível para ficar acordada até mais tarde só para dar o seu abraço e dizer que me ama antes de dormir.

Aos meus avós, Francisco Gomes, Teresa da Cruz, Belisa Alves e in memoriam Apolinário (Puluzão), que ao jeito deles e na sabedoria dos tempos entenderam as ausências dos dias, em especial os finais de semana, onde não contaram com a minha presença, mas que sempre souberam demonstrar aos quatro cantos o quanto amam o neto futuro engenheiro deles.

Ao meu tio Adelmo Leão, que mesmo não estando hoje presente, fez parte de todo esse processo, afinal, pessoas partem, mas jamais serão esquecidas da memória de quem o ama.

Ao Prof. Mauro César meu orientador e amigo, que além de dar todo o suporte e ensinamento preciso durante todas as etapas do processo, sempre esteve lutando para não perder alguns cérebros, a começar por mim, não é mesmo?

Aos Prof. Ailton Freire, Israel Costa e Wallison Medeiros que junto ao meu orientador contribuíram diretamente com conselhos, dicas e ajustes no que se referia ao tema, estudos e até mesmo escolhas para o futuro.

Aos Prof Hamifrancy, Márcia Costa e Antônio José pela orientação e colaboração ao longo de todo o processo, bem como a paciência e compreensão em alguns momentos em que só eles, do jeito deles, souberam me direcionar.

Aos meus amigos, da PALMA, Pedro Lucas, Ana Paula, Lysia Dantas e Marcos Daniel, por simplesmente dividirem todos os dias, as histórias, lutas e problemas, fazendo o IFPI não ser só um lugar para estudar, mas ser uma segunda casa.

Aos meus amigos do CAVALO VAPOR que surgiu no 5º período no final da aula de hidráulica, e que já arrancou sorrisos em momentos em que nem me imaginava rindo.

A minha dupla favorita, TJ, Tiago e July que entraram na minha vida nessa reta final, mas que sabem o quanto são importantes para a minha vida.

Ao meu chefe e amigo, Eng. Caíque Araújo, que contribuiu com boa parte dos conhecimentos não só do curso, do trabalho, mas sobre vida e olhar sempre de forma positiva, afinal “Se ainda não deu certo, é porque não acabou”.

E a todos que de alguma forma foram parte da minha formação.

*“Na Engenharia 99% feito é igual a 0,
faça as coisas 100% para que se
considere concluídas.”*

Ricardo Guidini

RESUMO

O conjunto de medidas e ações que visam atender condições adequadas de saúde e qualidade de vida para a população recebe o nome de saneamento básico. Em aspecto mais amplo, desde a disposição adequada dos resíduos sólidos, do abastecimento de água potável, do tratamento de esgoto e do controle de vetores transmissores de doenças, preocupar-se com o saneamento básico é um dos mais essenciais deveres Estatais. No entanto, nos últimos anos, o Estado abdicou de um dos pilares mais importantes, o tratamento de efluentes de forma a evitar a contaminação do meio ambiente e a proteger a saúde da população. No sistema convencional de esgotamento sanitário, a responsabilidade pela coleta, tratamento e disposição dos esgotos é do serviço público de saneamento ou de empresas especializadas contratadas pelos municípios, enquanto no modelo condominial a gestão dos efluentes é responsabilidade dos administradores do condomínio. Diante do exposto, esse estudo científico tem como objetivo evidenciar essas diferenças por intermédio comparativo de autonomia, eficiência na coleta, tratamento e manutenção, e em especial determinar a viabilidade econômica e estrutural para a implementação do melhor modelo para novos empreendimentos. Onde, dispondo de um loteamento semi-existente na zona urbana do município de Teresina, capital do estado do Piauí, foram dimensionados dois diferentes traçados seguindo parâmetros técnicos de assentamento das tubulações nas vias públicas e passeios. Esse dimensionamento ocorreu baseado em parâmetros de cálculos estabelecidos pela NBR 9649 (1986) e por meio do software Cesg[®] - Sistema Automático de Cálculo de Redes de Esgotos Sanitários. As planilhas orçamentárias foram desenvolvidas com auxílio do programa Microsoft Excel[®], versão 2016 e bases de preços SICRO, SINAPI e ORSE para a construção civil no Brasil.

***Palavras-chave:** Esgotamento Sanitário, Loteamento, Saneamento Básico.

ABSTRACT

The set of measures and actions aimed at ensuring adequate health and quality of life for the population is known as Basic Sanitation. In a broader sense, addressing issues such as the proper disposal of solid waste, the supply of potable water, wastewater treatment, and the control of disease vector populations makes caring for basic sanitation one of the most essential duties of the State. However, in recent years, the State has neglected one of the most crucial pillars: the treatment of effluents to prevent environmental contamination and protect public health. In the conventional sanitation system, the responsibility for the collection, treatment, and disposal of sewage falls to the public sanitation service or specialized companies contracted by municipalities, while in a condominium model, the management of effluents is the responsibility of the condominium administrators. This scientific work aims to highlight these differences through a comparative analysis of autonomy, efficiency in collection, treatment, and maintenance, particularly determining the economic and structural viability for implementing the best model for new developments. Utilizing a model subdivision in the urban area of the state of Piauí, two different layouts were designed following technical parameters for pipe placement on public roads and sidewalks. This design was based on calculation parameters established by NBR 9649/1986 and employed the software CEsg ® - Automatic Calculation System for Sanitary Sewage Networks. The budget spreadsheets were developed with the aid of Microsoft Excel ®, 2016 version, using price bases SICRO, SINAPI, and ORSE for construction in Brazil.

***Keywords:** Sanitary Sewage, Subdivision, Basic Sanitation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Canal com barreira flutuante e comporta fechada	23
Figura 2 - Panorama Esgotamento Sanitário no Brasil.....	25
Figura 3 - Domicílios com Esgotamento Sanitário por Rede Coletora por rede coletora, pluvial ou fossa séptica (%).....	27
Figura 4 - Divisão dos Efluentes	27
Figura 5 - Esquema de uma privada com fossa seca	29
Figura 6 - Etapas do Serviço de Esgotamento Sintetizada	32
Figura 7 - Sistema condominial de coleta de esgoto sanitário	33
Figura 8 - Esquematização de Coletor Tronco	35
Figura 9 - Esquematização de Caixa de Passagem.....	35
Figura 10 - Estação Elevatória de Esgoto.....	36
Figura 11 - Tubo de Limpeza	37
Figura 12 - Tubo de Inspeção e Limpeza	37
Figura 13 - Detalhe Poço de Visita.....	39
Figura 14 - Detalhe Vista Superior do Poço de Visita	39
Figura 15 - Representação em Corte de Um degrau com 36cm.....	40
Figura 16 - Representação em Corte de um Tubo de Queda com 59cm	40
Figura 17 - Tubulação de ventilação horizontal (azul) e tubulação de ventilação vertical (verde))	41
Figura 18 - Sifão Invertido (Corte).....	42
Figura 19 – Esboço Curva Projeção Aritmética	45
Figura 20 – Esboço Curva Projeção Geométrica	46
Figura 21 - Esboço Curva Logística	47
Figura 22 - Esboço Curva Para Crescimento Decrescente	48
Figura 23 - Variação do consumo anual.....	51
Figura 24 - Variação do consumo anual.....	51
Figura 25 - Traçado da rede tipo Perpendicular	60
Figura 26 - Traçado da rede tipo Leque	61
Figura 27 - Traçado da rede tipo Distrital e Radial	61
Figura 28 - Sistema coletivo de esgoto, separador absoluto.....	62
Figura 29 - Bairro Santos Reis	68
Figura 30 - Esquema de Possíveis Configurações de Ramais Condominiais	71
Figura 31 - Arranjo de um sistema de esgotamento sanitário convencional e condominial. ...	74
Figura 32 - Dados Gerais para Dimensionamento de Esgotos	78
Figura 33 - Traçado da Rede e Perfil de Elevação	79
Figura 34 - Mapa do Loteamento Semi-Existente utilizado como referência para a área de Estudo	81
Figura 35 - Mapa Topográfico da Área de Estudo	83
Figura 36 –Concepção da Rede Convencional.....	87
Figura 37 - Concepção do modelo Condominial.....	88
Figura 38 - Traçado Rede Convencional.....	96
Figura 39 - Traçado Rede Condominial	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tecnologias para o tratamento de esgoto.	30
Quadro 2 - Consumo Per Capita Estimado.....	49
Quadro 3 - Valores De Coeficientes De Retorno Medidos Ou Recomendados Para Projeto ..	50
Quadro 4 - Tarifa de esgoto calculada com base na cobrança de água.	72
Quadro 5 - Comparativo entre os sistemas convencional e condominial de coleta e transporte de esgoto sanitário.	76
Quadro 6 - Cálculo da População de Projeto.....	84
Quadro 7 - Cálculo das Vazões de Projeto	86
Quadro 8 - Cálculo da Vazão de Contribuição do Esgoto.....	86
Quadro 9 - Quantitativos Para a Implementação da rede coletora do Sistema Convencional .	92
Quadro 10 - Quantitativos Para a Implementação da rede coletora do Sistema Condominial.	93
Quadro 11 - Custos dos Serviços Preliminares	97
Quadro 12 - Custos dos Serviços de Movimento de Terra.....	99
Quadro 13 - Custos dos Serviços de Escoramento	100
Quadro 14 - Custos dos Serviços de Fundações e Estruturas.....	101
Quadro 15 - Custos dos Serviços de Fornecimento de Tubos e Conexões	102
Quadro 16 - Custos dos Serviços de Transporte de Tubos e Conexões	103
Quadro 17 - Custos dos Serviços de Assentamento de Tubos e Conexões.....	104
Quadro 18 - Custos dos Serviços de Pavimentação	105
Quadro 19 - Custos Dos Serviços de Ligação Residencial de Esgoto	106
Quadro 20 - Custos Dos Serviços de Implantação Total.....	107

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
IFPI	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
ONU	Organização das Nações Unidas
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
DXF	DRAWING INTERCHANGE FILE

LISTA DE SÍMBOLOS

- % Porcentagem
- © Copyright
- ® Marca registrada

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.2 Hipóteses	18
1.3 Objetivos.....	18
1.3.1 Objetivo Geral	18
1.3.2 Objetivos Específicos	18
1.4 Justificativa.....	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1 Contexto Histórico do Esgotamento Mundial	19
2.2 Situação do Esgotamento Sanitário no Brasil.....	22
2.3 Esgotamento Sanitário e Suas Divisões.....	27
2.3.1. Sistemas Individuais	28
2.3.2 – Sistemas Coletivos.....	30
2.3.3 Sistemas Alternativos	32
2.4 Componentes do Esgotamento Sanitário	33
2.4.2 Elementos	34
2.4.2.1 Rede coletora	34
2.4.2.1 Itens e Conexões Acessórias.....	35
2.5 Estudo de Concepções de Sistemas de Esgotamento Sanitário	43
2.6 Parâmetros Para Definição da Vazão Dos Esgotos	44
2.6.2 – Consumo Per Capita (q)	48
2.6.4 – Coeficientes de Variação de Vazão	51
2.6.5 – Taxa de Infiltração.....	52
2.6.6 – Declividade Mínima	53
2.6.7 – Declividade Máxima.....	53
2.6.8 – Lâmina d’água	53
2.6.10 – Velocidade mínima e velocidade crítica.....	54
2.7 Método Convencional – Separador Absoluto.....	58
2.7.1 Normas Utilizadas para Desenvolvimento do Projeto.....	63
2.8 Método Condominial.....	64
2.8.1 – Esgotamento Sanitário Utilizando o Método Condominial o Brasil	66
2.8.2 Procedimentos para a implantação do sistema condominial	70
2.8.3 Análise comparativa entre os sistemas condominial e convencional do tipo separador absoluto.....	73
2.9 Software de Modelagem Cesp®	78
3 METODOLOGIA.....	80
3.1 Área de Estudo.....	80

3.1.1 Georreferenciamento do Loteamento	80
3.1.2 Elementos Geográficos e Topográficos do Loteamento	82
3.2 População Inicial e Final (Existente).....	84
3.3 Consumo médio per capita (q).....	84
3.4 Coeficiente de Retorno (C).....	84
3.6 Taxa de Infiltração.....	85
3.7 Declividade Mínima	85
3.8 Lâmina d'água	85
3.9 Vazão de Projeto.....	85
3.10 Contribuição de Esgoto	86
3.11 Modelagem No Software Cesp®	86
3.12 Estudo de Quantitativos e Custos	89
3.12.1 Serviços Preliminares	89
3.12.2 Movimentos de Terra.....	89
3.12.3 Escoramento	89
3.12.4 Fundações e Estruturas	89
3.12.5 Fornecimento de Tubos e Conexões.....	89
3.12.6 Transporte de Tubos	90
3.12.7 Assentamento de Tubos.....	90
3.12.8 Caixas de Inspeção	90
3.12.9 Demolição e Reconstituição de Pavimentos.....	90
3.12.10 Meio Fio	91
3.12.11 Quadro de Quantitativos geradas pelo CESP®	91
3.13 Ajustes feitos no Orçamento	94
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	95
4.1 Traçado da rede coletora.....	95
4.2 Indicadores de Custo e Comparativos	97
4.2.1 Serviços Preliminares	97
4.2.3 Escoramento	99
4.2.4 Fundações e Estruturas	100
4.2.5 Fornecimento de Tubos e Conexões.....	101
4.2.6 Transporte de Tubos e Conexões	102
4.2.7 Assentamento de Tubos e Conexões	103
4.2.8 Pavimentação.....	105
4.2.9 Ligação Residencial de Esgoto.....	105
4.2.10 Custo Total de Implementação	107
5 CONCLUSÃO.....	109

REFERÊNCIAS	111
APENDICE A – PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO DO MODELO CONVENCIONAL	120
APENDICE B – PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO DO MODELO CONDOMINIAL	127
APENDICE C – PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS PARA OS MODELOS CONVENCIONAL E CONDOMINIAL E COMPOSIÇÃO PRÓPRIA	139
APENDICE D – PLANTAS E CORTES REFERENTE AO MODELO CONVENCIONAL E CONDOMINIAL	148

1 INTRODUÇÃO

Tendo papel importante para o desenvolvimento social e econômico das comunidades, o saneamento básico é essencial para a promoção da saúde pública, prevenção de doenças e melhoria da qualidade de vida da população (Galvão Júnior, 2009). Compreendendo o conjunto de medidas e ações que visam garantir o acesso da população a serviços de abastecimento de água potável, coleta e tratamento de esgoto, manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais, a necessidade eminente de ações mais focadas nesse assunto, é de suma importância.

No entanto, apesar de leis como a Lei nº11445 de 2007, que estabelece normas e critérios para a prestação dos serviços de como abastecimento de água e esgotamento sanitário, e a Lei nº 14.026/2020 estabelecem metas de distribuição de água potável à 99% da população aliada à ampliação em 90% da cobertura com coleta e tratamento de esgotos até 2033, (Chernicharo, 1997) relatou que diante do déficit de saneamento do Brasil, constata-se a necessidade por sistemas práticos de coleta e tratamento de esgoto.

De acordo com Andrade Neto E Campos (1999), dadas as condições socioeconômicas, bem como ambientais e culturais do Brasil, as soluções fundamentalmente simples são as que fazem uso dos processos “mais desburocratizados” e de maquinário menos mecanizados e mais fáceis de serem executados e administrados. Afinal, por apresentar influência direta nos indicadores de desenvolvimento humano – IDH, a expansão do acesso ao saneamento tornou-se um dos propósitos de desenvolvimento do milênio da ONU. Onde a ODM 7 e os 17 ODS existentes, buscam assegurar a sustentabilidade ambiental por intermédio de metas como garantir a sustentabilidade ambiental, reduzir a perda de biodiversidade, combater as mudanças climáticas e promover a mudança na matriz elétrica vigente por energias renováveis.

No entanto, segundo o último relatório da Unesco sobre Água apresenta uma realidade alarmante: afinal aproximadamente metade da população mundial, o equivalente a 46% das pessoas, enfrentam a escassez de água potável e a ausência de saneamento básico. Essa situação crítica não apenas afeta a saúde e o bem-estar de bilhões de indivíduos, mas também representa um desafio significativo para o desenvolvimento mundial (Madeira, 2010).

Além do mais, demais projeções indicam que até 2,4 bilhões de pessoas poderão ser afetadas por essa crise até 2050, caso medidas efetivas não entrem em pauta entre os líderes políticos. Afinal, é crucial humanizar esses números, lembrando que cada percentual representa vidas reais, comunidades inteiras que dependem diretamente de um serviço mais que essencial.

Contextualizar essa questão nos lembra da urgência de ações concretas e colaborativas

para garantir que todos tenham acesso adequado a um direito básico. Não obstante, a solidariedade global e o comprometimento com soluções sustentáveis são fundamentais para enfrentar esse desafio é construir um futuro mais justo e equitativo para a promoção da saúde pública e para a melhoria da qualidade de vida das populações, sendo fundamental para a prevenção de doenças e para a preservação do meio ambiente (Klingerman, 1995).

Afinal, em contrapartida ao abastecimento de água, comunidades menos favorecidas, buscam soluções paliativas ao descarte de rejeitos (Lobo, 2003), haja vista, os inúmeros descartes de sacolas com fezes e outros dejetos em córregos e passagens de esgotos pelas ruas.

Nesse viés, encontra-se a necessidade de soluções inovadoras, práticas, acessíveis e eficazes para equacionamento da questão (Mota; Botto, 2008). Como exemplo, a forma como o esgoto é tratado e cuidado em condomínios, prédios com muitas residências ou empreendimento é chamada de rede de esgoto condominial, desonerando a máquina pública e compartilhando a responsabilidade com a população.

Neste sistema, o condomínio é responsável por manter esse sistema funcionando bem, limpar as tubulações e seguir as normas ambientais. O principal objetivo do sistema de esgoto do condomínio é garantir que a água que sai das casas seja limpa e segura para o meio ambiente e para as pessoas, onde cada parte possui seu próprio esgoto, que é recolhido e limpo em um local comum. A rede principal de esgoto do condomínio coleta todos os resíduos de cada unidade por meio de tubulações e os encaminha para onde o efluente é tratado (Kilson, 2008).

Na Estação de Tratamento de Esgoto - ETE, para não continuar possuindo substâncias nocivas, a água passa por processos desde o nível preliminar ao pós-tratamento que implica a correta devolução ao corpo hídrico mais próximo.

O sistema condominial foi parte de um estudo realizado durante os anos 80 pelo engenheiro José Carlos de Melo, juntamente com alguns técnicos da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN e da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.

Entretanto, mesmo com a sua aplicação tanto em regiões nobres (condomínios) como em regiões populares (assentamentos), sua universalização tem encontrado entraves organizacionais (Kilson, 2008).

1.1 Problema de Pesquisa

Investir e ampliar as diretrizes do Saneamento Básico compreende o conjunto de ações

e medidas estabelecidas para promover o desenvolvimento sustentável das sociedades, afinal, conservar o ambiente, prevenir e controlar doenças, demonstram resultados práticos quando o assunto é o aumento nos índices de saúde e bem-estar da população (Sousa; Sousa; Álvarez, 2015; Souza, 2002).

De acordo com o Ministério das Cidades, seguindo dados do SNIS de 2023, o Brasil possui cerca de 203,1 Milhões de habitantes distribuídos em todo o seu território. No entanto o déficit estrutural quando o assunto é Saneamento Básico, em especial o Esgotamento Sanitário é alarmante. Estima-se que ao final do século XX, pouco mais de 30% da população seja atendida por sistemas de coleta e afastamento de esgoto, sendo que menos de 10% da população tem os efluentes devidamente tratados (Tsutiya, 1999).

Nas duas décadas seguintes, compreendendo os anos 2000 a 2020, as doenças relacionadas às inadequadas instalações sanitárias como esquistossomose, hepatite e cólera, foram responsáveis por cerca de 11 mil óbitos em média, por ano. Além disso, doenças como desenterias e a doença de chagas representam cerca de 83% do total de morte causadas pela ineficiência do saneamento adequado, significando em aproximadamente 9.130 mortes por ano (Teixeira et al, 2014).

Nesse sentido, é fácil correlacionar os impactos diretos e indiretos desde o ambiental à qualidade de vida da sociedade nesse meio, com uma atuação mais efetiva dos diversos agentes governamentais em busca de soluções para o déficit hoje latente de ampliação da rede institucional. No entanto, apesar de investimentos como os R\$22,5 bilhões investidos em 2022, sendo esse montante 30% maior que os R\$17,3 bilhões investidos no ano de 2021, o desafio enfrentado em todo território é enorme, afinal, o país é caracterizado pela desigualdade e deficiência no que diz respeito em especial aos serviços de coleta e tratamento de efluentes (Leoneti, Prado; Oliveira, 2011), dado este demonstrado pelo atendimento com redes de esgoto para cerca de 56% da população, segundo dados do SNIS em 2022.

Nos últimos 2 anos, no entanto, a universalização do saneamento apresentou-se como um dos assuntos mais comentados, em especial por ser uma das metas do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) aprovado em 2013, que tem como objetivo alcançar 100% de cobertura no abastecimento de água tratada, na coleta de lixo na área urbana, no atendimento com esgotamento sanitário nas residências e no fim dos lixões e vazadouros a céu aberto, bem como a redução de alagamentos e inundações na área urbana, por meio de medidas eficazes para escoamento das águas pluviais e preservação das redes de drenagem (Leoneti; Prado; Oliveira, 2011).

Tendo inicialmente a previsão de R\$ 508 bilhões em recursos, no período de 2014 a 2033, essa meta está longe de ser alcançada, em parte por altos gastos em sistemas convencionais, que demandam maiores investimentos desde a concepção à execução, o que na maioria dos casos atrasa a completude dessa política.

Diante disto, a busca por modelos que aliem praticidade, economia e sustentabilidade (DIAS et al, 2000), encontrou-se a seguinte problemática da pesquisa, entre o convencional e o condominial, qual o sistema de esgotamento sanitário apresenta melhor viabilidade técnica e econômica para a ampliação do saneamento básico em loteamentos?

1.2 Hipóteses

H0 – A coleta e tratamento dos efluentes pelo sistema de esgotamento convencional é o mais eficaz financeiramente na busca pela universalização dos serviços.

H1 – A coleta e tratamento dos efluentes pelo sistema de esgotamento condominial é o menos eficaz economicamente na busca pela universalização dos serviços.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

- Avaliar a implementação do sistema condominial de esgotamento sanitário, contrapondo-o ao sistema convencional, em caráter de praticidade, economicidade e ambiental.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Projetar a rede coletora de esgoto para ambos os modelos, em um mesmo loteamento semi-existente, pré-definido.
- Estimar os custos para a implantação de cada um dos projetos propostos no cenário analisado;
- Realizar comparações orçamentárias de modo a definir qual o melhor sistema a ser adotado para loteamentos.

1.4 Justificativa

É fácil compreender que os principais problemas relacionados com a infraestrutura de

saneamento básico no ambiente urbano são: falta de tratamento de esgoto, contaminação em larga escala dos rios urbanos; aumento da carga de resíduos sólidos e da qualidade da água pluvial sobre os rios próximos das áreas urbanas e a deterioração da qualidade da água por falta de tratamento dos efluentes (Tucci, 2012).

Haja vista, esse panorama referencial, este trabalho científico, tem enorme importância, pois serviços de destinação de resíduos líquidos são essenciais, em especial a coleta, tratamento e destinação final dos efluentes (Mota, Botto, 2008).

O sistema condominial de esgotamento sanitário, nesse sentido, é um modelo eficiente e de baixo custo que garante o atendimento de todos os moradores, com redes públicas simplificadas e ramais coletivos. Logo, tornam-se essenciais estudos e aplicações desse modelo com intuito de comprovar a diferença prática entre eficiência financeira e executiva, bem como o impacto positivo de encontro ao déficit latente na infraestrutura do país (Dias, et al, 2000).

No viés teórico, e de extrema importância o estudo proposto, haja vista, a relação direta com a saúde pública, a proteção do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável das comunidades. Servindo como fundamento para que governantes e as empresas invistam em infraestrutura e tecnologias adequadas para garantir o tratamento e a disposição adequada dos esgotos, visando o bem-estar e a segurança de todos.

Socialmente, encontraria uma nova solução aos anseios básicos para a proteção da população, levando em conta que ultimamente busca-se a difusão e implementação de sistemas alternativos individuais que se sobreponham em caráter econômico, técnico e ambiental em relação aos coletivos, comumente utilizados. Assim, esse trabalho ao fim apresentará uma forma eficiente para loteamentos, conjuntos habitacionais e assentamentos de combate a problemática em um dos pilares do saneamento básico no Brasil, o esgotamento sanitário (Skaramussa; Henkes, 2014).

Haja vista, a viabilidade econômica, técnica e ambiental são fatores relevantes para a execução de um projeto de esgotamento sanitário. Afinal, redução dos custos, implica diretamente na expansão desta política. Entende-se, então, esse estudo, como uma forma de demonstrar a real aplicabilidade do sistema condominial, como soma a equação do saneamento básico e cumprimento do direito à vida digna a sociedade, desde assentamentos à loteamentos como o utilizado (Skaramussa; Henkes, 2014).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Contexto Histórico do Esgotamento Mundial

O desenvolvimento do saneamento básico ao longo da história foi um processo lento e gradual. Áreas preocupadas com a saúde pública como a epidemiologia e bacteriologia desempenharam entre si um papel crucial ao aumentar a conscientização sobre a importância da saúde sanitária, levando à criação de métodos para garantir o acesso à água potável, protegê-la de contaminações e promover ações preventivas (Heller et al, 2018).

Além disso, embora pareçam ser uma preocupação contemporânea, as evidências arqueológicas apontam para os primeiros tempos da humanidade, onde os babilônios em 3750 a.c coletavam esgoto em pontos estratégicos na cidade de Nipur. Por outro lado, no Egito, por volta de 2.750 a.C., tubos de cobre eram utilizados no palácio do faraó Khufu, e após um intervalo de 750 anos, o sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) passou a ser utilizado para purificação de água (Rezende; Heller, 2002).

Na Índia, registros sânscritos datados de 1900 a.c discutiam a conservação da água, sugerindo armazenamento em recipientes de cobre, filtração com carvão, purificação por fervura, com a utilização da exposição à luz solar aliado ao material metálico de sua armazenagem, seguida de filtração em areia e cascalho (Barros, 2014). Vale ressaltar ainda, os romanos, por sua vez, fizeram avanços significativos na engenharia hídrica, construindo grandes aquedutos e banhos públicos chamados salões cerca de 400. Colúmbia Britânica (Silva, 2016).

No entanto, os principais registros dessas grandes inovações e construções ao longo dos séculos, tiveram seu início na Itália, onde os engenheiros romanos responsáveis por transformar os trabalhos de engenharia dos assírios em uma grande infraestrutura, definiram como objetivo principal atender a todas as necessidades dos cidadãos. A construção da Cloaca Máxima de Roma, no século 6 A.C., é reconhecida como o primeiro sistema de esgoto planejado e implantado no mundo, evidenciando a preocupação dos romanos em proporcionar melhores condições de higiene à população. (Tsutiya E Sobrinho, 1999).

Segundo Cristina Rezende e Léo Heller (2002):

“Os romanos se destacaram como mestres da engenharia, combinando sua habilidade em construção com o valioso conhecimento científico deixado pelos gregos. Eles projetaram impressionantes sistemas de esgoto e banhos públicos, além de diversas outras instalações sanitárias. Essas obras refletem uma notável preocupação do Estado com as necessidades da população, garantindo que os serviços de saneamento atendessem a todos. Essa abordagem não só melhorou a qualidade de vida, mas

também demonstrou a importância do bem-estar coletivo na sociedade romana.”

No entanto, com o declínio do império romano e o início da idade média, o problema vigente tornou-se a expansão da população em busca de novas áreas de domínio (êxodo urbano), a água passou a ser captada de rios e poços em suma maioria à longas distâncias o que tornava oneroso (mais caro) o seu consumo, limitando o consumo de água pela população à apenas 1 litro de água por dia (Sousa, 2019).

Além disso, essa burocracia para conseguir água, levou boa parte da população a escavar instrumentos alternativos que se assemelhavam aos algibes no interior de suas casas, porém a sua localização próxima a áreas de descarte de dejetos de animais e fossas, os poços eram facilmente contaminados (Barros, 2014), bem como o retorno dela com rejeitos sólidos e/ou líquidos, aos mesmos corpos hídricos, desencadeariam nos séculos seguintes, a propagação de pragas relacionadas a insetos e roedores intrinsecamente ligados a acumulo de sujeira, a exemplo do período histórico da 1ª pandemia, a peste negra (Azevedo Netto, 1992; Tsutiya E Sobrinho, 1999).

Com a promulgação do Acto inglês (1388), considerado uma das legislações mais antigas do tema, foi finalmente estabelecida a proibição da poluição das afluentes. Nesse sentido, posteriormente em 1396, foi implementado na capital da França, um sistema de manutenção e limpeza que direcionava os resíduos para locais específicos com o auxílio de transportes com tração animal, as carroças. Aliado a isso, cerca de 300 anos depois começou-se a usar água corrente para a limpeza das privadas, algo que até o presente momento consistia em estruturas semelhantes a fossas sépticas (Azevedo Netto, 1959).

No entanto, seria observada a ineficiência das legislações vigentes com o crescimento econômico gerado pela Revolução Industrial (Inglaterra, século XVIII), onde as cidades europeias passaram a receber um grande fluxo migratório de camponeses. O que, aliado à infraestrutura precária e a falta de higiene propiciaram novos surtos de doenças e epidemias nos anos seguintes (Ribeiro; Rook, 2010).

Diante do exposto, percebe-se que o tratamento de efluentes pós êxodo rural (Idade Média, séc. V ao séc. XV), não foi adotado como bem essencial ou melhoria do conforto para o modo de vida da população, mas imposto como consequência de pandemias como a supracitada, ou epidemias de cólera e malária. (Azevedo Netto, 1992; Tsutiya E Sobrinho, 1999).

Com isso, um sistema receptor de contribuições pluviais, domésticas e eventualmente

industriais, denominados depois de sistema unitário de esgotamento, foi implantado em cidades modelo, em países como Inglaterra, França e Brasil. No entanto, vale ressaltar, o notório, retrocesso do nosso país, haja vista, a aplicação de recursos a outros projetos, ocasionando uma descontinuação de inovações aliado aos países do Novo Mundo (Azevedo Netto, 1992; Tsutiya E Sobrinho, 1999).

Em 1879 o Eng. George Waring, ao projetar o sistema de esgotos de Memphis, propôs o sistema separador absoluto, onde consistia em um sistema que separa completamente as águas pluviais das águas residuais. Esse tipo de sistema é projetado para evitar a mistura entre os dois tipos de efluentes, permitindo um tratamento mais eficiente das águas residuais e reduzindo a carga sobre as estações de tratamento de esgoto. A implantação desse modelo geralmente envolve a construção de redes coletoras específicas para cada tipo de água (Garcez, 1976). No entanto, o maior controle sobre os efluentes e os tratamentos específicos antes da destinação final, permitiram que muitos dos sistemas implantados a partir de então fossem desse tipo (Tsutiya E Sobrinho, 1999).

2. 2 Situação do Esgotamento Sanitário no Brasil

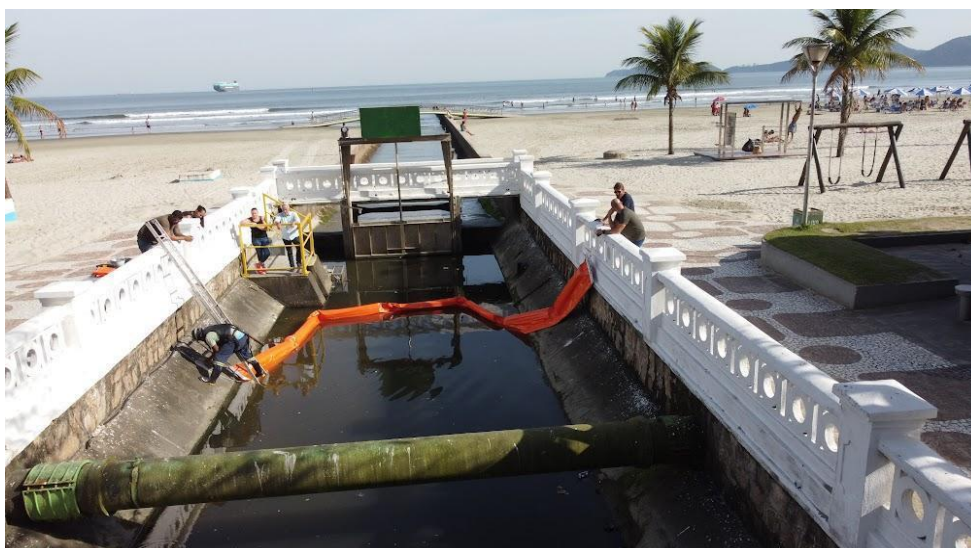
No século XVI, após o choque de culturas dos povos nativos e europeus, características acentuaram-se quase que instantaneamente, os jesuítas ficaram impressionados com o excelente estado de saúde dos indígenas, em contrapartida, o caráter precário de limpeza advinda dos colonizadores e africanos futuramente transmitiriam doenças, para as quais os nativos não tinham imunidade. Epidemias de doenças como varíola, tuberculose e sarampo que frequentemente resultam na morte dos índios (Ipea, 2010).

Posteriormente, com o marco de 1808, a vinda da família real ao Brasil, importantes avanços em áreas do saneamento foram adotadas, desde a fiscalização de alimentos e imigrantes nos portos do país, bem como a implantação pioneira de projetos de captação e escoamento de água pluvial. Porém, o sistema foi instalado somente no Rio de Janeiro e atendia a área da cidade onde se instalavam, como explica Cavinatto (1992).

Posteriormente, em 1857 na cidade do Rio de Janeiro, o sistema implementado, que foi anteriormente citado, “Separador Parcial”, recebia e conduzia as águas das chuvas precipitadas no interior dos prédios, em área pavimentadas, além de esgotos domésticos (Azevedo Netto, 1992, p.2). Já em São Paulo, a primeira rede de esgotos da cidade foi projetada e construída pelos ingleses, em 1876, tendo sido adotado um sistema misto (separador parcial) (Azevedo Netto et al., 1977, p.2)

Destaca-se ainda o Engenheiro Saturnino de Brito, considerado o Patrono da Engenharia Sanitária e Ambiental no país. Cujos feitos, ocorrem nos primórdios dos anos 1900, onde incumbido de formar uma comissão de saneamento, viria a implementar um plano urbanístico de coleta de esgoto para afastá-lo das águas usadas pela população, não obstante, um segundo sistema foi destinado a coletar as águas pluviais e fluviais e drenar as áreas pantanosas: nascia assim o projeto dos canais. Com isso, em meados de 1930, as capitais já possuíam várias obras de saneamento de Saturnino de Brito, em especial destacar os canais de drenagem de Santos (1907), criados para evitar a proliferação de insetos nas áreas alagadas, possuindo seu funcionamento até os dias atuais.

Figura 1 - Canal com barreira flutuante e comporta fechada



Fonte: Nogueira/arquivo

Em meados do ano de 1970, surge então o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), com o objetivo de desenvolver uma política voltada para o setor de esgotamento sanitário e drenagem pública. Contudo, a proposta concentrou-se predominantemente na expansão da rede de abastecimento de água nas áreas urbanas. Tendo assim, entre 1968 e 1984, 61,2% dos investimentos destinados a essa finalidade, enquanto apenas 25,2% e 13,6% dos recursos ficaram para o esgotamento sanitário e drenagem urbana, respectivamente (Sousa, 2006). Além disso, vale ressaltar que após esse período o plano findou em 1986, em meio a uma crise econômica instaurada no país.

Apenas com a promulgação da Constituição Cidadã de 1988, a saúde passou a ser considerada um direito de todos os cidadãos, sendo de responsabilidade do governo garantir

condições para a melhoria da saúde da população. Desse modo, surgem no Brasil, políticas públicas que visam combinar ações sociais e estatais para promoverem a melhoria das condições de saúde da população, levando em consideração aspectos do meio ambiente, social e de trabalho. Além disso, a política de saúde está diretamente relacionada a outras políticas públicas, incluindo a coordenação de ações governamentais para promover, proteger e restabelecer a saúde das pessoas e da sociedade como um todo (Constituição Federativa, 1988). Como explica Cavinatto (1992):

“Ainda hoje, populações inteiras sofrem com as infecções causadas pela falta de saneamento básico. Dito isto, prevenir e erradicar a disseminação de doenças veiculadas por detritos na forma de esgotos e lixo é uma das principais funções do saneamento básico.”

Além disso, a adoção de políticas públicas eficazes pode inclusive serem analisadas além do enfoque humanitário, sob o ângulo orçamentário e financeiro, afinal com as melhorias na infraestrutura de saneamento, ocorre um desoneração no Sistema Único de Saúde – SUS, e consequentemente uma economia nos cofres públicos, dando um suspiro a máquina administrativa.

Em 2007 foi promulgada a Lei 11.445, que estabelecia diretrizes nacionais para o saneamento básico, bem como o conceito de saneamento básico como sendo o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais urbanas. Esta Lei também atribuiu ao Governo Federal, sob a coordenação do Ministério das Cidades, a responsabilidade pela elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB).

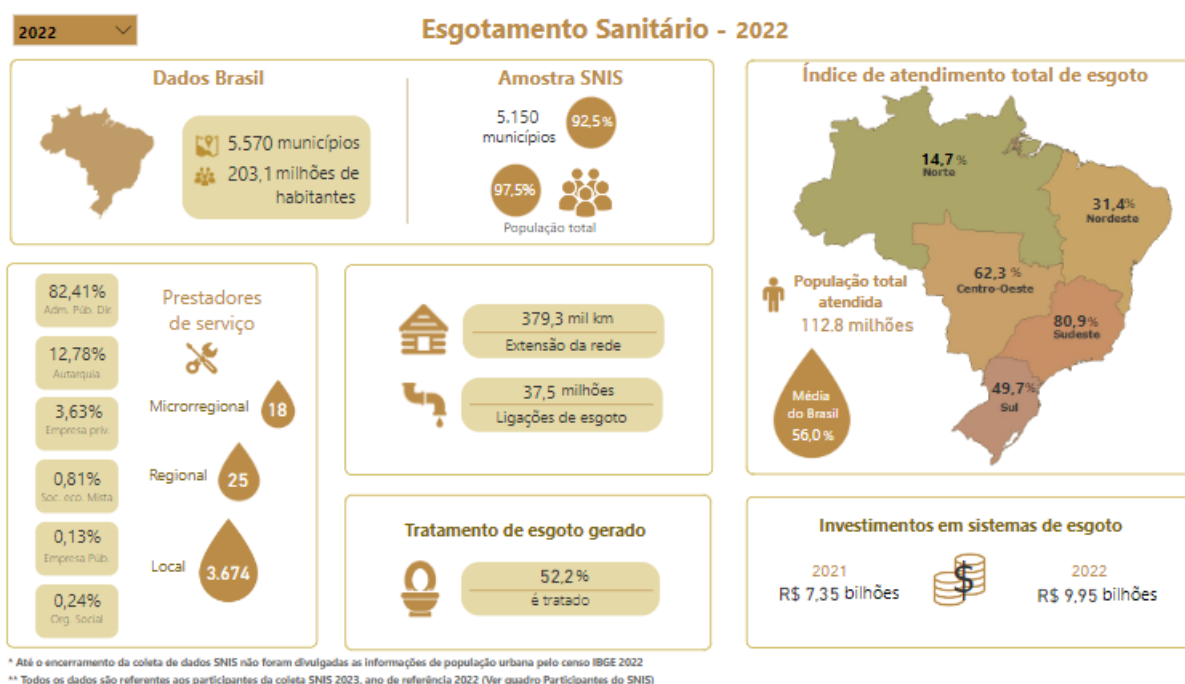
Recentemente, A Lei nº 14.026/2020, também conhecida como o Novo Marco Legal do Saneamento Básico no Brasil, tornou-se um passo importante para melhorar a qualidade dos serviços de água e esgoto no país. Aliando os esforços dos governantes às necessidades da população, o objetivo principal da lei é garantir que todos os brasileiros tenham acesso a esses serviços essenciais, promovendo uma cobertura mais ampla e eficiente até o ano de 2033.

A adoção partiu de uma análise, onde foi realizada a identificação do panorama atual da oferta dos serviços de abastecimento de água e esgoto, além de explorar as possíveis estratégias a serem adotadas para viabilizar o alcance das metas de universalização estabelecidas. Tendo como seu principal objetivo garantir que, até 2033, 99% da população brasileira tenha acesso à água potável e que 90% tenham acesso à coleta e ao tratamento de esgoto sanitário, o novo

marco do saneamento no Brasil, apresenta-se como uma política pública abrangente e democrática ao buscar a universalização de um serviço considerado básico.

Vale ainda ressaltar que tópicos como a sustentabilidade econômico-financeira das unidades regionais precisam ser apresentadas, podendo ainda ser estabelecidos consórcios intermunicipais para financiar a implantação de medidas estruturais de saneamento básico, bem como o compartilhamento de instalações operacionais de infraestrutura de abastecimento de água e/ou de esgotamento sanitário entre dois ou mais municípios (Lei Nº 14.026, 2020).

Figura 2 - Panorama Esgotamento Sanitário no Brasil



Fonte: SNIS (2022)

Atualmente, segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (Snis, 2022), o percentual de 84,9% dos brasileiros possuíam o serviço de abastecimento de água em suas residências, porém ampliando ao viés do esgotamento sanitário os percentuais caem consideravelmente, pois 56,0% da população era atendida com coleta e tratamento de esgoto, ou seja, a maior parte da água que entra em contato com as pessoas é poluída.

Outros estudos preliminares, mostram um panorama mais pessimista, haja vista, que a universalização dos serviços de esgotamento no Brasil, com base no horizonte de planejamento de 2035, dependeria de investimentos na ordem de R\$ 149,5 bilhões, dos quais R\$ 101,9 bilhões com a aplicação direta na ampliação da coleta de esgotos. Depreende-se assim, que devem ser adotadas políticas públicas imediatas, e com planejamento de ação e manutenção a médio e longo prazo, para que possamos vislumbrar, efeitos positivos na prevenção da saúde coletiva no Brasil, em futuro próximo (Ibge, 2022).

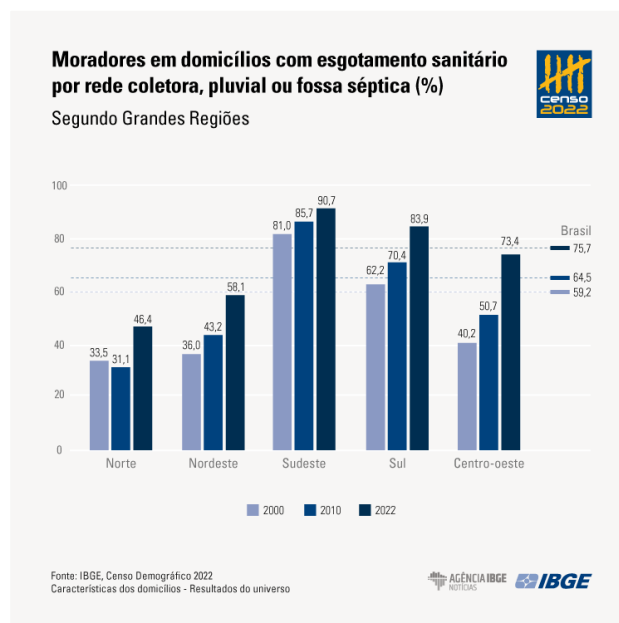
No entanto, ainda de acordo com o Censo, ao contrário de pessoas de cor ou raça preta e parda, as demais parcelas da população obtiveram os maiores investimentos em ampliação das redes de serviços de saneamento básico e maior índices de coleta e tratamento de efluentes passando por seus domicílios. Esse panorama está intrinsecamente ligado à distribuição regional dos grupos nas regiões com menores índices de investimento e desenvolvimento, como observado no eixo Norte e Nordeste do País.

Muito dessa situação destaca-se por conta da diferença na abrangência dos modelos de saneamento no país. Enquanto regiões como a Norte apresentam percentuais de 46,4%, as demais como a Região Sudeste tem 90,7% da completude da rede. Ou seja, regiões com índices de desenvolvimento humano (IDH) baixos, refletem diretamente na baixa abrangência das redes. Para Vargas e Lima (2004), os déficits atuais de cobertura e as estimativas de investimentos necessários para supri-los representam a dificuldade do estado em garantir, sozinho, os recursos necessários para cumprir com sua obrigação de fornecer saneamento básico para a população brasileira equitativamente.

É importante citar ainda, que entre os quatro pilares que compõem o saneamento básico, o tratamento de efluentes por demandar uma estrutura mais complexa e onerosa do que os demais têm uma maior dificuldade de implementação. Esse panorama, é obtido ao analisar o último Censo, onde apesar de ocorrer uma expansão do esgotamento sanitário a atual cobertura é apenas cerca de 60% da totalidade se comparada no mesmo período aos percentuais de distribuição de água e coleta seletiva (Ibge, 2022).

Resultado esse, que expõe percentuais como o de aproximadamente 25% dos entrevistados vivendo em domicílios com soluções de esgotamento sanitário precárias. Onde a "Fossa Séptica Rudimentar" era o instrumento de esgotamento sanitário utilizado em cerca de 20% dos domicílios. No entanto, foi percebido ainda um dado mais alarmante, afinal existe uma parcela preocupante de dejetos que possuem descarte direto em "Rio, lago, córrego ou mar" (2,0%), em "Valas" (1,5%) e o esgotamento por "Outra forma" (0,7%). O que diretamente explica um expoente crescimento de doenças infecciosas, são as doenças causadas por agentes como bactérias, fungos e vírus, e doenças parasitárias, as quais, são as causadas por protozoários, ácaros, vermes e insetos (Ibge, 2022).

Figura 3 - Domicílios com Esgotamento Sanitário por Rede Coletora por rede coletora, pluvial ou fossa séptica (%)

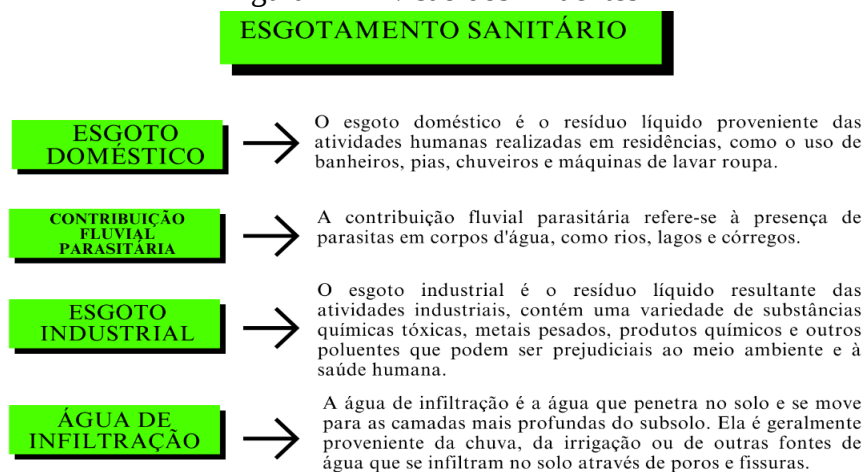


Fonte: Censo Demográfico, Ibge (2022)

2.3 Esgotamento Sanitário e Suas Divisões

Historicamente, o principal conceito admitido a esgoto, efluente ou água servida é toda e qualquer água residual advinda de diversas origens e diferentes usos como o doméstico, industrial, utilidades públicas, áreas agrícolas, de superfície, infiltração, pluvial e outros efluentes sanitários (Jordão; Pessôa, 2005). No entanto ao analisar de maneira segmentada, as vertentes do esgotamento sanitário são mais amplas que uma simples definição.

Figura 4 - Divisão dos Efluentes



Fonte: Adaptado De Rodrigues (2008).

Devido, às suas diversas características e origens, ao decorrer do tempo foi adotado tratamentos específicos para cada efluente, com intuito de evitar contaminações dos solos, mananciais e prejudicar a vida terrestre. Problemática essa, combatida diretamente pela ODS 5 (Água potável e saneamento - Garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos) e ODS 15 (Vida terrestre Proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, travar e reverter a degradação dos solos e travar a perda da biodiversidade).

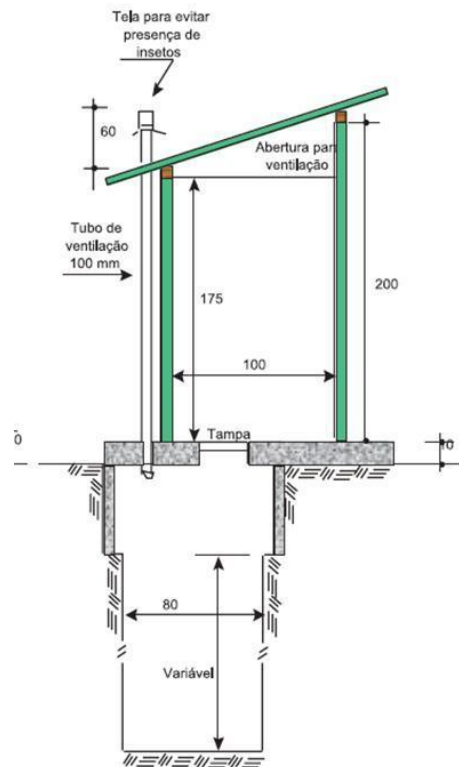
Quanto à divisão principal dos efluentes, podemos compreender Águas Cinza e Negras, onde as águas negras são provenientes exclusivamente do vaso sanitário, contendo uma elevada quantidade de matéria orgânica, como fezes, urina e papel higiênico (Otterpohl, 2001). Enquanto as águas cinzas são provenientes de chuveiros, tanques ou máquinas de lavar e pias, onde a concentração de matéria orgânica é baixa, e em alguns casos apresentando viabilidade para um tratamento e reuso para tarefas diárias, em especial lavagem de cômodos com alta rotativa de uso e limpeza, a exemplo banheiros em instituições de ensino (Fiori et al, 2006).

2.3.1. Sistemas Individuais

Sistemas individuais de esgotamento sanitário, também conhecidos como sistemas de tratamento de esgoto descentralizados, são soluções empregadas em áreas onde não há acesso a redes públicas de coleta e tratamento de esgoto, como em regiões rurais, propriedades isoladas ou áreas urbanas com pouca infraestrutura. Esses sistemas são projetados para tratar o esgoto gerado por uma residência, edifício ou pequena comunidade de maneira local e autônoma. Existem diferentes tipos de sistemas individuais, sendo os mais comuns:

- **Fossa séptica:** Um tanque enterrado que recebe o esgoto doméstico. Nele, ocorre a separação de sólidos e líquidos. Os sólidos se depositam no fundo (lodo) e os líquidos são encaminhados para um campo de drenagem, onde ocorre a infiltração no solo. A configuração mais usual é apresentada na imagem a seguir.

Figura 5 - Esquema de uma privada com fossa seca



Fonte: Brasil (2015)

- **Filtro anaeróbio:** Um sistema complementar à fossa séptica que realiza um tratamento adicional, utilizando bactérias anaeróbias para decompor a matéria orgânica do esgoto.
- **Sumidouro:** Um poço que recebe o efluente líquido tratado pela fossa séptica, permitindo que ele infiltre no solo. É um sistema simples, mas pode representar riscos de contaminação de lençóis freáticos se não for corretamente projetado.
- **Tanque de evapotranspiração:** Um sistema que usa plantas para absorver e evaporar o esgoto tratado. O esgoto é direcionado para um tanque onde é filtrado por camadas de areia e pedras e posteriormente é absorvido pelas raízes das plantas.

Esses sistemas são eficientes para o tratamento do esgoto em pequena escala, mas requerem manutenção periódica para a remoção do lodo com o intuito de garantir que não ocorram contaminações do solo ou da água subterrânea (Von Sperling, 2005).

É importante citar que além dos sistemas individuais acima, outros mais são utilizados em grande quantidade nos limites territoriais do país. Para (Tonetti et al., 2018) as tecnologias de tratamento mais consolidadas aliam um baixo custo e bons resultados, à baixa ou quase

nenhuma necessidade de manutenção. A seguir, por meio do quadro explicativo é possível analisar algumas opções de tecnologias para tratamento de águas residuais, passíveis de serem utilizadas no sistema de esgotamento individual.

Quadro 1 - Tecnologias para o tratamento de esgoto.

TECNOLOGIA	TIPO DE ESGOTO TRATADO	TIPO DE SISTEMA	ÁREA NECESSÁRIA (M2)
FOSSA SECA	FEZES E URINA (SEM ÁGUA)	UNIFAMILIAR	2 a 4 m ²
BANHEIRO SECO COMPOSTÁVEL	APENAS FEZES E UM POUCO DE URINA (SEM ÁGUA)	UNIFAMILIAR OU SEMICOLETIVO	3 a 5 m ²
SISTEMAS ALAGADOS CONSTRUÍDOS (SAC)	ÁGUAS CINZAS - ESGOTO PRÉ-TRATADO	UNIFAMILIAR OU SEMICOLETIVO	7,5 a 15 m ²
CÍRCULO DE BANANEIRAS	ÁGUAS CINZAS - ESGOTO PRÉ-TRATADO	UNIFAMILIAR	3 a 5 m ²
REATOR ANAERÓBIO DE FLUXO ASCENDENTE UNIFAMILIAR	ÁGUAS DE VASO SANITÁRIO - ESGOTO SANITÁRIO	UNIFAMILIAR OU SEMICOLETIVO	1,5 a 4 m ²
FOSSA VERDE	ÁGUAS DE VASO SANITÁRIO	UNIFAMILIAR	7 a 10 m ²
FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA	ÁGUAS DE VASO SANITÁRIO	UNIFAMILIAR	10 a 12 m ²
TANQUE SÉPTICO	ÁGUAS DE VASO SANITÁRIO - ÁGUAS CINZAS (ESGOTO DOMÉSTICO)	UNIFAMILIAR OU SEMICOLETIVO	1,5 a 4 m ²
FILTRO ANAERÓBIO	ESGOTO PRÉ-TRATADO	UNIFAMILIAR OU SEMICOLETIVO	1,5 a 4 m ²
FILTRO DE AREIA	ESGOTO PRÉ-TRATADO	UNIFAMILIAR OU SEMICOLETIVO	2 a 5 m ²
VERMIFILTRO	ÁGUAS DE VASO SANITÁRIO - ÁGUAS CINZAS (ESGOTO DOMÉSTICO) - ESGOTO PRÉ-TRATADO	UNIFAMILIAR OU SEMICOLETIVO	2 a 4 m ²
BIODIGESTOR	ÁGUAS DE VASO SANITÁRIO	UNIFAMILIAR OU SEMICOLETIVO	5 m ²

Fonte: adaptado de Tonetti et al., (2018)

2.3.2 – Sistemas Coletivos

Conforme Von Sperling (2005), os sistemas coletivos de esgotamento sanitário são redes estruturadas para coletar, transportar, tratar e destinar adequadamente o esgoto produzido em áreas urbanas ou regiões densamente habitadas. Ao contrário dos sistemas individuais, que atendem apenas uma residência ou pequena comunidade, os sistemas coletivos são projetados para atender grandes populações, sendo geridos por empresas públicas ou privadas responsáveis pela infraestrutura sanitária. Garantindo assim vantagens como uma maior eficiência no

controle da poluição ambiental, redução de doenças relacionadas ao saneamento inadequado e melhorar a qualidade de vida nas áreas atendidas.

Vale ressaltar que nos sistemas coletivos convencionais/centralizados as redes coletoras são projetadas para atender várias áreas, com um tratamento centralizado em uma estação de tratamento única. Dentre as suas principais características, destaca-se redes coletoras de grande porte, muitas estações elevatórias e emissários, e estações de tratamento de grande escala que utilizam tecnologias como lodos ativados, sistemas de lagoas ou filtração, utilização de bombas próprias para efluentes, onerando ainda mais a dotação orçamentária direcionada a avanços na infraestrutura estatal, tendo assim, impacto significativo e inversamente proporcional à democratização do esgotamento sanitário (Von Sperling, 2005).

Os sistemas convencionais possuem três variantes:

- **Sistema unitário ou combinado** - existe a coleta das águas pluviais, os esgotos sanitários e as águas que infiltram no sistema pela tubulação e órgãos acessórios em sua totalidade e o transporte por uma única tubulação com destino a estação de tratamento de esgoto;
- **Separador parcial** - no qual são coletados os esgotos sanitários, as águas de infiltração e as águas pluviais provenientes dos telhados e pátios das residências numa mesma tubulação até a estação de tratamento de esgoto;
- **Sistema separador absoluto** - no qual os esgotos sanitários e as águas de infiltração são transportados em um sistema e existe de maneira independente a drenagem das águas pluviais.

Esses sistemas são essenciais em áreas urbanas densamente urbanizadas para garantir a saúde pública e a preservação do meio ambiente. Para Azevedo Netto (1998), o sistema separador absoluto é visto por especialistas como a solução ideal em termos de saneamento básico. Afinal, esse modelo possui vantagens como adoção de canalizações de dimensões menores, facilidade para execução das obras por partes, possibilidade de lançamentos múltiplos de águas pluviais em locais mais próximos e melhores condições para o tratamento do esgoto, uma vez que são evitadas as extravasões em períodos de chuvas intensas, e consequentemente a poluição das águas receptoras.

Amplamente utilizado no país, o Sistema Separador Absoluto é composto por redes de coleta, estações de tratamento de esgoto (ETEs), que são responsáveis por tratar os resíduos coletados antes de serem devolvidos ao meio ambiente, como mostrado na imagem a seguir:

Figura 6 - Etapas do Serviço de Esgotamento Sintetizada



Fonte: Portal Saneamento Básico

2.3.3 Sistemas Alternativos

Em contraponto aos elevados custos na construção de redes coletoras de esgotos, a busca por sistemas alternativos ao convencional, tais como: redes de coleta e transporte de esgoto decantado, rede pressurizada, rede a vácuo e o sistema condominial de esgoto apresentam-se como pilares de estudos para a problemática em questão (Tsutiya E Sobrinho, 1999).

O sistema de redes de coleta e transporte de esgoto decantado apresenta, entre outras características, a utilização de tanques sépticos domiciliares especiais, com dispositivo de secagem de lodo, bem como a substituição de poços de visita por tubos de inspeção e limpeza e a redução de diâmetros na configuração de sua rede (Cynamon, 1986).

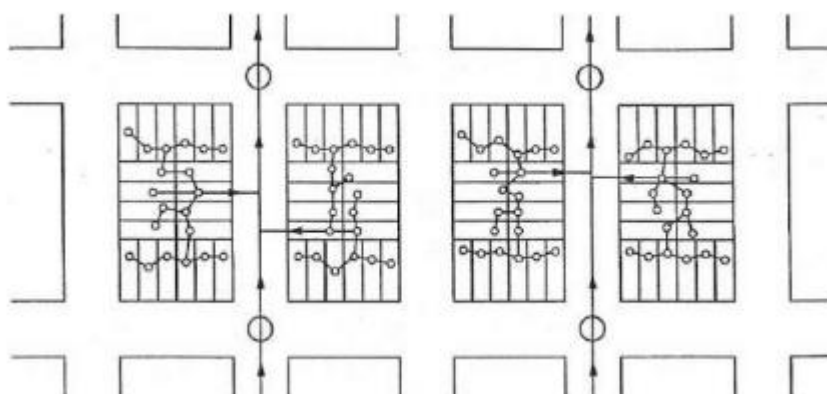
O sistema de redes a vácuo, por sua vez, funciona a partir de um diferencial de pressão entre a atmosfera e a pressão negativa no interior da rede coletora que atua como força propulsora para transportar o esgoto, conforme a NBR 15.710/2009. Desse modo, esse sistema permite uma rede coletora com diâmetros menores, valas com menores dimensões, garantindo um menor impacto ambiental e protegendo o solo de infiltrações e contaminações do lençol freático.

Em contrapartida, o sistema de redes pressurizadas consiste no lançamento esporádico do esgoto de tanques para uma tubulação central, a qual trabalha sob pressão por meio de uma

bomba trituradora, reduzindo assim as partículas sólidas presentes no esgoto. Tal sistema é utilizado em casos em que a topografia é desfavorável, porém como informado o processo, necessita uma bomba com triturador em cada lançamento na tubulação principal que, além do custo inicial, acarretará custos de operação e manutenção, podendo ao decorrer dos anos se tornar menos eficaz economicamente que o sistema convencional (Tsutiya e Sobrinho, 1999).

Em contrapartida, o sistema condominial de esgotamento sanitário, enfoque deste trabalho, apresenta-se como a solução ideal para loteamentos e em alguns casos assentamentos. Afinal, tem como princípio a coleta dos efluentes, por meio de ramais condominiais, apresentando um traçado mais descomplicado, possibilitando a melhor relação custo/benefício, sempre prezando pela segurança sanitária e o alcance social.

Figura 7 - Sistema condominial de coleta de esgoto sanitário



Fonte: Azevedo Netto, 1992

2.4 Componentes do Esgotamento Sanitário

Buscando a melhor compreensão, bem como, devido à importância do emprego da terminologia correta, a seguir serão explicitados alguns dos conceitos, elementos e definições utilizados ao longo deste projeto (Tsutiya E Sobrinho, 1999; Azevedo Netto Et Al., 1977; NBR 9649, 1986; NBR 8160, 1999; Pereira E Silva, 2018):

2.4.1 Tipos de Água

- Águas residuárias: são os líquidos ou efluentes residuais de esgotos. Abrange as águas domésticas e os despejos industriais;

- Águas residuárias domésticas ou Despejos domésticos: são os despejos líquidos das habitações, estabelecimentos comerciais, instituições e edifícios públicos. Vale ressaltar que incluem as águas cinzas e negras e as águas servidas;
- Águas de infiltração: percentual das águas do subsolo que penetram na extensão das canalizações de esgotos;

2.4.2 Elementos

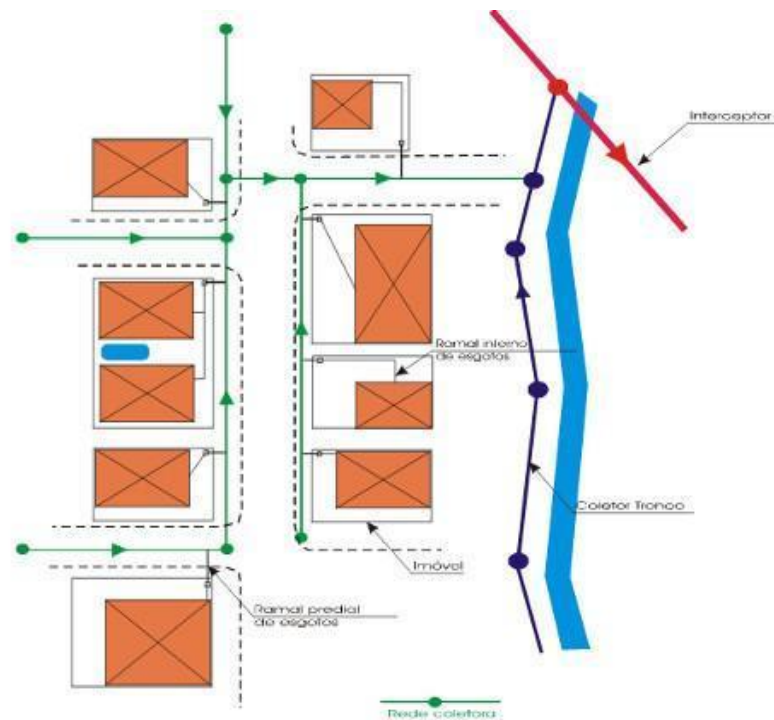
2.4.2.1 Rede coletora

Uma rede coletora de esgoto é um sistema de tubulações e infraestrutura destinada a coletar e transportar os esgotos gerados em residências, comércios e indústrias até uma estação de tratamento ou um local apropriado para disposição (NBR 9649). Esse sistema é essencial para a saúde pública e para a proteção do meio ambiente, pois evita a contaminação do solo e dos corpos d'água.

A rede coletora geralmente é composta por tubos de diversos diâmetros, que são enterrados no solo e conectados aos sistemas de esgoto das edificações, bem como, ligação predial e os coletores principais, tronco e de esgoto. Além disso, pode incluir elementos como caixas de passagem e sistemas de ventilação. O tratamento adequado dos esgotos coletados é fundamental para evitar a poluição e garantir a qualidade da água e do ambiente (Nuvolare et al.,2011).

- **Ligação Predial:** configura-se como o conjunto de tubulações e conexões que ligam a caixa de inspeção da calçada à rede coletora de esgoto.
- **Corpo de Água Receptor:** exutório onde são lançados os esgotos já tratados.
- **Coletor de Esgoto:** tubulação utilizada para receber contribuição de esgoto exclusivamente de ramais prediais de esgoto ao longo da rede constituinte.
- **Coletor Principal:** responsável por destinar todos os efluentes à estação de tratamento, apresenta a tubulação de maior extensão dentro de uma mesma bacia.
- **Coletor Tronco:** é a tubulação principal do esgotamento sanitário, tem como função a coleta de resíduos advindas de redes coletoras de esgoto, destinando-os à uma estação de tratamento, em alguns casos sendo necessário a existência de um interceptor (presença de dois coletores troncos paralelos ou em V), antes do seu direcionamento final.

Figura 8 - Esquematização de Coletor Tronco

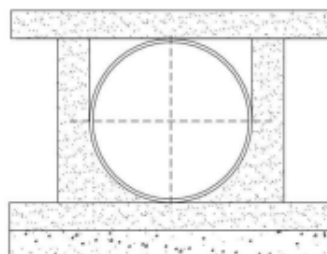


Fonte: SABESP NTS 025

2.4.2.1 Itens e Conexões Acessórias

- **Caixa de Passagem (CP):** é um tanque de pequeno porte com uma tampa através da qual, o esgoto de cada cômodo é despejado, exceto onde há uso de gordura, como a cozinha. Nesse sentido, costuma ser utilizado em áreas molhadas, como a área de serviço e banheiros.

Figura 9 - Esquematização de Caixa de Passagem

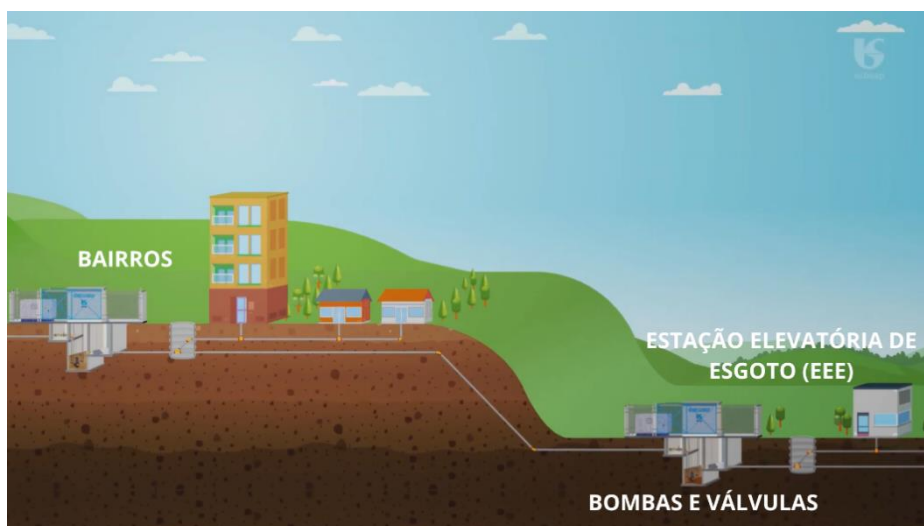


Fonte: Rodrigues, 2006

- **Caixa de Inspeção (CI):** têm como objetivo permitir a inspeção, desobstrução e limpeza, bem como a alterações na declividade e sentido das tubulações.

- **Emissários:** desempenham um papel fundamental na proteção da saúde pública, afinal eles garantem que as águas residuais sejam tratadas de forma eficaz, evitando a contaminação de rios, lagos e oceanos. Isso não apenas protege o ambiente, mas também previne a propagação de doenças.
- **Estação Elevatória de Esgoto:** trata-se de um poço equipado com bombas e válvulas instaladas no fundo, como exemplificado na imagem abaixo, que bombeiam o esgoto do ponto mais baixo para um ponto mais elevado, até chegar em uma estação de tratamento de esgoto (ETE). É importante informar que esse tipo de dispositivo é usado em cidades cujo relevo seja mais baixo ou muito acidentado, em instalações prediais que demandem esse tipo de serviço, e ainda na extração de resíduos sólidos para evitar o entupimento de tubulações. Existe ainda, uma utilização menos usual, quando as possibilidades de se levar o esgoto por vias habituais são tão complicadas que acabam se tornando mais oneradas do que com o uso desse tipo de construção, dessa forma, o sistema de bombeamento tem um custo menor do que a alternativa convencional, sendo adotado seguindo os critérios pré-estabelecidos em norma (NBR 12.208, 2020).

Figura 10 - Estação Elevatória de Esgoto



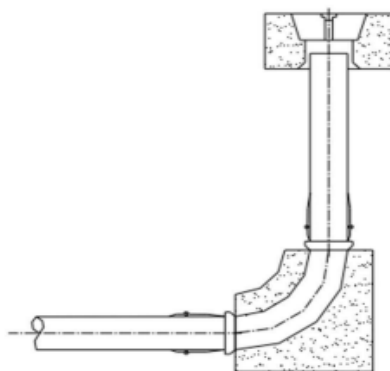
Fonte: SABESP, adaptado pelo autor (2024)

- **Estação de Tratamento de Esgoto:** em conformidade com os padrões exigidos pela legislação ambiental e comumente conhecidas através da sigla ETE, assumem papel crucial, afinal são o conjunto de instalações operacionais do

sistema de saneamento que especificamente recebem e tratam por meio de processos físicos, químicos ou biológicos os poluentes do esgoto.

- **Interceptor:** canalização de grande porte que intercepta o fluxo de coletores evitando descargas diretas, com a finalidade de proteger cursos d'água, lagos, praias etc.
- **Terminal de limpeza (TL):** Trata-se de um dispositivo em forma de “T” que conecta o sistema de esgoto residencial à rede coletora da empresa de saneamento, ele permite a introdução de equipamentos de limpeza, localizado na cabeceira de qualquer coletor.

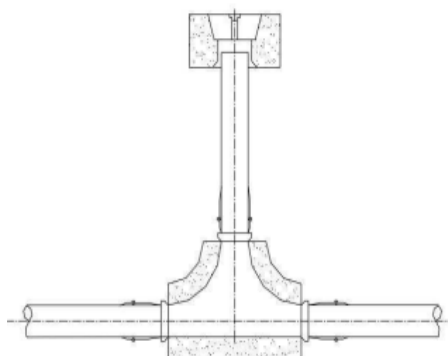
Figura 11 - Tubo de Limpeza



Fonte: Rodrigues (2006)

- **Tubo de inspeção e limpeza (TIL):** dispositivo não visitável que permite inspeção e introdução de equipamentos de limpeza.

Figura 12 - Tubo de Inspeção e Limpeza



Fonte: Rodrigues (2006)

- **Poço de visita (PV):** diferentemente do tubo de inspeção e limpeza (TIL) o PV é uma câmara acessível por meio de uma abertura na sua parte superior, projetada para a realização de serviços de manutenção. Os poços de visita também servem como componentes para a união de coletores, alteração de declives, entre outros usos. Vale ressaltar que de acordo com o método construtivo há alteração no material utilizado:

1. Poços de visita em anéis pré-moldados de concreto;
2. Poços de visita em concreto armado;
3. Poços de visita em alvenaria com blocos de concreto ou com tijolos cerâmicos maciços.

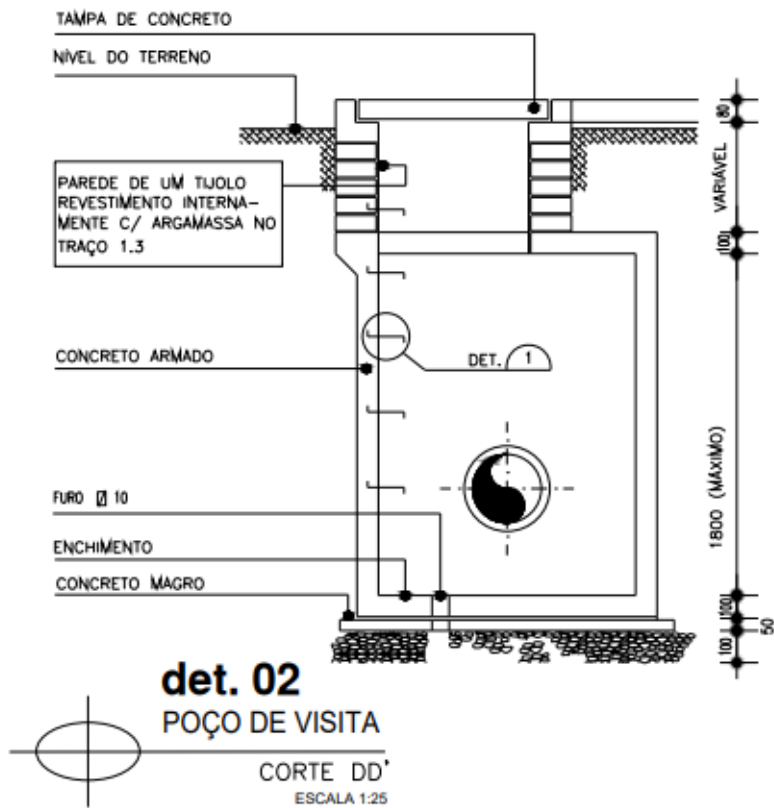
De acordo com a NBR 9649, não é possível construir um sistema de esgoto funcional, sem a existência de poços de visita (PVs). Afinal, como informado, essas estruturas são instrumentos utilizados para a interligação das tubulações quando houver mudanças de diâmetro, de nível ou de direção, além de servirem como acesso para manutenção.

Lembrando ainda que, de acordo com ela, poços de visita (PVs) com profundidade até 2,50 metros podem ser circulares de concreto e as suas juntas devem ser vedadas com mastique (também conhecido como almecega ou goma-resina, trata-se de um produto de vedação ou um selante para evitar infiltrações). E aos demais, ou seja, PVs com profundidade superior a 2,50 metros devem ser circulares, compostos por balão e chaminé com laje intermediária.

Por fim, vale ressaltar, que a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) recomenda com a NBR 9649 que as dimensões mínimas devem obedecer aos seguintes limites:

- O diâmetro mínimo do tampão deve ser de 0,60m;
- A dimensão mínima da câmara deve ser de 0,80m;
- A distância entre Pvs é aquela que possibilite facilidade no alcance dos instrumentos de limpeza;
- Recomenda-se distância na ordem de 100 (Cem) metros.

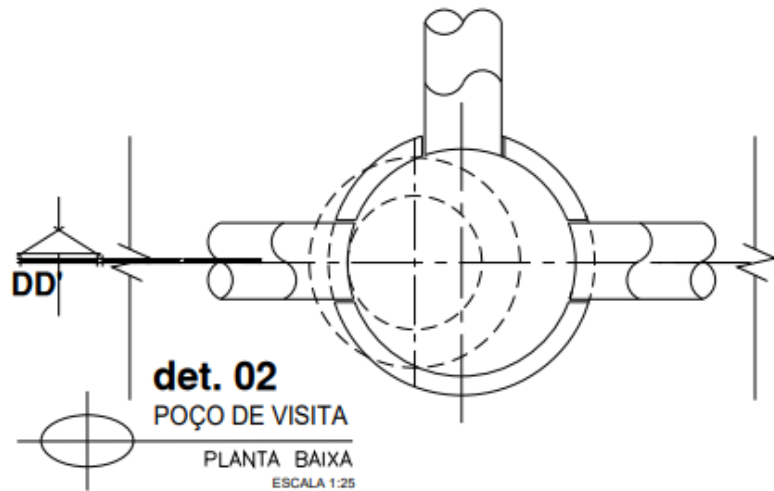
Figura 13 - Detalhe Poço de Visita



Fonte: Adaptado pelo Autor (2024)

Ainda mais, todos os PVs devem ter revestimento impermeabilizante interno e externo e possuir tampões ferro fundido dúctil classe D-400, com travamento por barra elástica e chave antirroubo, como é possível observar no detalhamento a seguir.

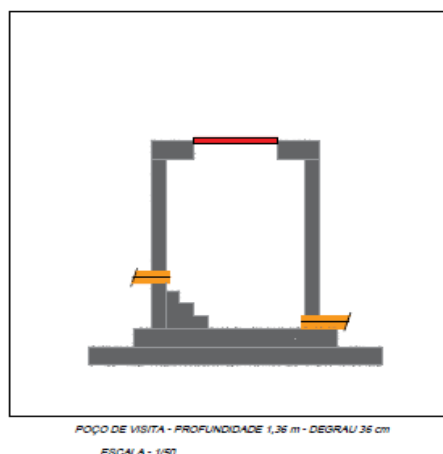
Figura 14 - Detalhe Vista Superior do Poço de Visita



Fonte: Adaptado pelo Autor (2024)

- **Degraus:** Adotado para nivelar as lâminas d'água de montante e jusante e no caso de mudança de diâmetro. Em suma maioria são utilizados degraus em quando existe diferença de cota no entorno de até 50cm ou 0,50m, como apresentado a seguir.

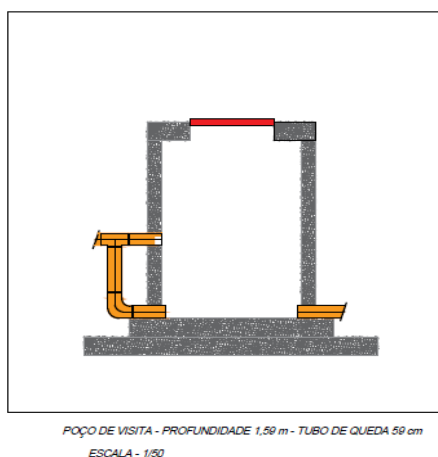
Figura 15 - Representação em Corte de Um degrau com 36cm



Fonte: Adaptado pelo Autor (2024)

- **Tubo de Queda:** Adotado para nivelar as lâminas d'água de montante e jusante e no caso de mudança de diâmetro. Em suma maioria são utilizados tubos de quedas quando existe diferença de cota superior a 50cm ou 0,50m, como representado em sequência.

Figura 16 - Representação em Corte de um Tubo de Queda com 59cm



Fonte: Adaptado pelo Autor (2024)

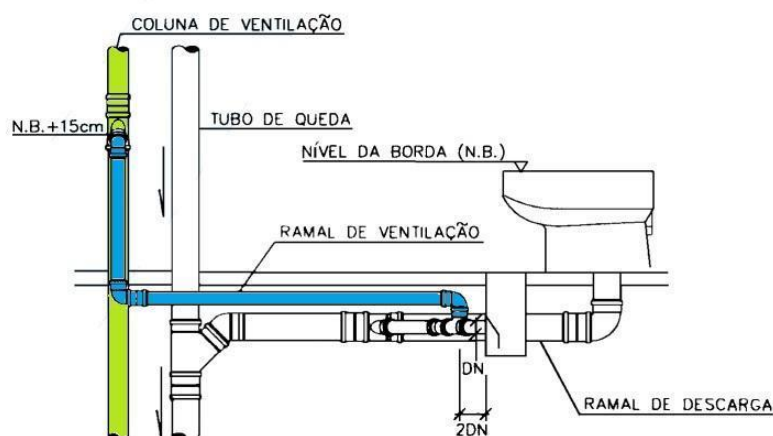
- **Sistemas de Ventilação:** eles são responsáveis por conduzir os gases para o exterior, além de outras funções importantes, como:

- Evitar a perda do fecho hídrico, que é a altura de coluna líquida que impede a passagem de gases do esgoto primário para o secundário, o que diretamente interfere na diminuição do mau cheiro e a proliferação de bactérias
- Melhorar o escoamento do esgoto, aliviando a pressão do sistema

Vale ressaltar ainda, que a NBR 8160/1999 recomenda que a distância entre a saída do aparelho sanitário e o ramal de ventilação seja, no mínimo, 2x (duas vezes) o diâmetro do ramal de descarga. Outros fatores também são expressos em norma, como:

- Estar em uma altura maior ou igual a 4,00 m de qualquer janela, porta ou vão de ventilação;
- Estar a uma altura mínima de 2,00 m acima da cobertura, no caso de laje utilizada para outros fins além de cobertura;
- Ser protegida de terminal tipo chaminé, tê ou outro dispositivo que impeça a entrada de águas pluviais ao decorrer de sua extensão;

Figura 17 - Tubulação de ventilação horizontal (azul) e tubulação de ventilação vertical (verde))



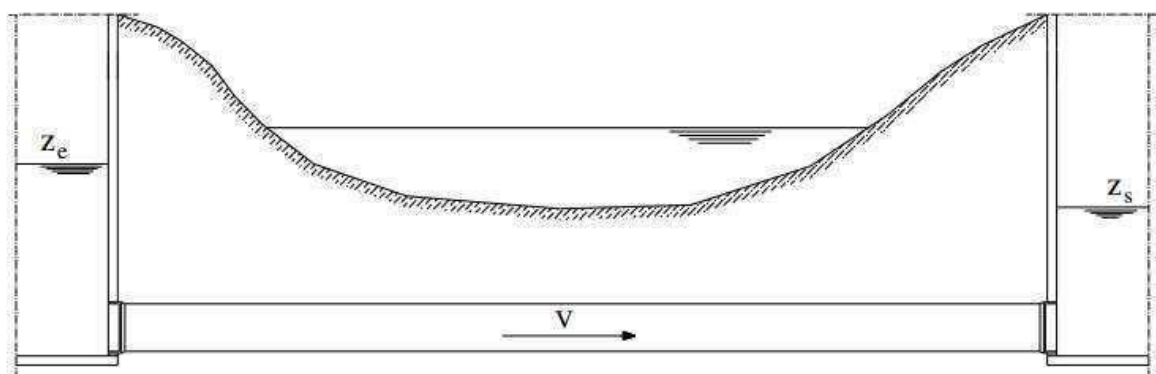
Fonte: guiadaengenharia

Segundo a NBR 8160/1999, as conexões da coluna de ventilação com os demais elementos do sistema de ventilação ou do sistema de esgoto sanitário devem ser adequadas, conforme as seguintes orientações:

- a) Conexão de um tubo vertical (representado na figura pela cor verde): deve ser realizada através de uma junção de 45° .
- b) Conexão de uma tubulação horizontal (representado na figura pela cor azul): deve ser realizada acima do eixo da tubulação, elevando o tubo ventilador a uma altura mínima de 15 cm acima do nível de transbordamento da água do mais alto dos aparelhos sanitários ventilados por ele, antes de se conectar a outro tubo ventilador, seguindo as orientações a seguir:

- A conexão com o tubo horizontal deve ser realizada através de uma junção de 90° ou 45° ;
- Se a solução anterior não for viável verticalmente, podem ser utilizados ângulos mais baixos, onde o tubo ventilador é conectado apenas por junção de 45° ao ramal de esgoto correspondente, e seu trecho inicial é instalado em um declive mínimo de 2%.
- **Sifão Invertido:** ao adotar esses sistemas busca-se assegurar o fluxo e a autolimpeza das redes de esgoto em situações em que a tubulação de esgoto precisa transpor obstáculos, depressões no terreno ou curso de água intermitente. Para tal, é necessário estabelecer as quantidades de esgoto que são conduzidas ao sifão. É possível projetar sifões invertidos utilizando tubos de concreto armado, ferro dúctil, aço ou plástico, os colocando de forma rebaixada (Nuvolare et al.,2011).

Figura 18 - Sifão Invertido (Corte)



Fonte: Rodrigues (2006).

- **Passagens Forçadas:** diferente do sistema anterior, ao adotar esses sistemas busca-se assegurar o fluxo e a autolimpeza das redes de esgoto em situações em que a tubulação de esgoto precisa transpor obstáculos ou curso de água intermitente. Com um diferencial, é necessário que a transposição seja realizada por cima do obstáculo, se dando por conduto forçado (Além Sobrinho; Tsutiya, 2000). É importante salientar que o tubo de inspeção de limpeza pode ser usado em vez do poço de visita nas extremidades de passagens forçadas.

2.5 Estudo de Concepções de Sistemas de Esgotamento Sanitário

No Brasil é possível perceber a deficiência do esgotamento em alguns municípios, afetando diretamente o controle de poluição dos corpos hídricos próximos às cidades que já possuem sistema de drenagem pluvial, mas que ainda não possuem sistema separador absoluto. Diante disto, é necessário que sejam realizados estudos prévios para a elaboração de um projeto técnico que contemple o dimensionamento e manutenção de redes unitárias de esgotos. Através de uma regulação, projetos deste porte podem ter maior facilidade na sua aprovação além de serem vistos com a devida importância pela população e órgãos públicos por serem uma vantajosa alternativa para o esgotamento sanitário (Alem Sobrinho; Tsutiya, 2000). As principais etapas para o andamento dos estudos de concepção são os seguintes:

1. Reunir dados gerais sobre a população (localização, infraestrutura existente (se existir). condições sanitárias;
2. Estudos Topográficos e de uso e ocupação do solo;
3. Estudos Geotécnicos;
4. Estudo de Corpos Receptores, estudando a viabilidade do traçado e análises em laboratório.
5. Avaliação de Parâmetros como taxa de infiltração, população existente, população futura com base na taxa de crescimento, consumo efetivo “per capita”;
6. Cálculo da contribuição efetiva de esgoto;
7. Definição de Alternativas de Concepção: analisar a melhor alternativa a ser adotada na rede;
8. Dimensionamento da Rede Coletora;
9. Dimensionamento da Estação Elevatória (Se houver necessidade);

10. Determinação da Linha de Recalque e Estação de Tratamento responsável por receber e tratar o efluente;
11. Comparação técnico-econômica e ambiental dos modelos
12. Escolha da alternativa
13. Apresentação final de Memorial Descritivo, contendo Especificações a respeito do projeto, bem como, as plantas, cortes e orçamento final da implementação do projeto de esgotamento sanitário.

2.6 Parâmetros Para Definição da Vazão Dos Esgotos

2.6.1 – População Beneficiada (P, Hab.)

É o parâmetro essencial no cálculo de vazões. Afinal, enquanto fatores como a água de infiltração e a contribuição do esgoto industrial independem dele, consideram-se as populações de início de plano (Pi) e final de plano (Pf), onde a segunda é estimada com base na utilização máxima da capacidade do sistema segundo Nuvolari (2011).

No que diz respeito a projetos na área de recursos hídricos, a projeção populacional é crucial. Afinal o estudo da população final serve como base para o horizonte de projeto, e o cálculo de necessidades futuras (Tsutiya, 2006).

Nesse sentido, com intuito de evitar equívocos na projeção populacional, adota-se uma postura pessimista, bem como realizar estudos sobre a área a receber o benefício. Para Rodrigues (2008) é tomado como horizonte de projeto um tempo de 20 anos e as áreas institucionais existentes na região, a fim de evitar obsolescência imatura do sistema.

Vale destacar, que para as possíveis projeções, existem métodos de crescimento populacional, que serão melhor explicados abaixo (Rodrigues, 2008; Alem Sobrinho; Tsutiya, 2000). Apesar deste trabalho não ser necessário cálculo da população futura, a seguir é explicado a etapa de cálculo da população de projeto para situações externas a esse trabalho, desde a inicial (Pi) à final (Pf).

- **MÉTODO ARITMÉTICO:** tem como pressuposto uma taxa de crescimento constante para os anos que seguem a partir de dados conhecidos, como por exemplo, a população do último censo, seguindo a equação descrita abaixo (TSUTIYA, 2006).

$$\frac{dP}{dt} = Ka \quad (1)$$

Onde dP/dt representa a variância existente na população (P) por unidade de tempo (t), e por fim o Ka que é uma constante que simula a taxa de crescimento.

$$P2 = Ka * (t2 - t1) + P1 \quad (2)$$

$$Ka = \frac{P2 - P1}{t1 - t2} \quad (3)$$

Sendo:

Ka = Taxa de crescimento anual;

$P2$ = População no último ano considerado (habitantes);

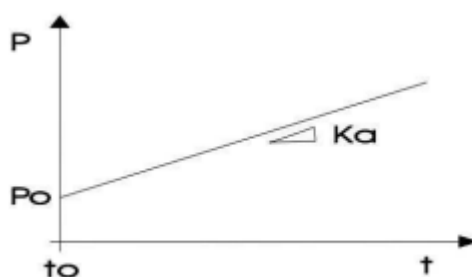
$P1$ = População no penúltimo ano considerado (habitantes);

$t2$ = Ano do último ano considerado;

$t1$ = Ano do penúltimo ano considerado.

Com isso, obtém-se a previsão da população referente a data futura esperada, a seguir e possível conferir um esboço da curva da projeção aritmética na figura 19.

Figura 19 – Esboço Curva Projeção Aritmética



Fonte: Bennetti (2007).

- **MÉTODO GEOMÉTRICO:** Esse método parte da seguinte premissa, a qual, o crescimento da população e da taxa são proporcionais. Onde a Taxa Geométrica de Crescimento Anual (TGCA) é um indicador que revela o ritmo de crescimento populacional rápido de um determinado lugar, haja vista, que o tempo é o fator exponencial para o aumento anual dessa taxa. Vale ressaltar ainda, que a TGCA é influenciada pela dinâmica de natalidade, mortalidade e migrações Tsutiya (2006).

Desse Modo a respeito que foi supracitado é possível demonstrar a seguinte fórmula para um intervalo de tempo $T0 - T1$:

$$g = (\sqrt{P1}/P0)^{(1/t1-t0)} \quad (4)$$

Onde:

g = Taxa de crescimento geométrico da população;

P0 = População no período t0, anterior ao ano de projeto;

P1 = População no período t1, anterior ao ano de projeto, e posterior ao t0;

t0= Ano de um censo anterior ao ano de projeto;

t1 = Ano de um censo anterior ao ano de projeto, e posterior ao censo t0;

Diante do resultado, obtém-se a previsão da população futura desejada utilizando a Equação 5:

$$P = P1 * gb^{(t - t1)} \quad (5)$$

Ou, em forma logarítmica (Equação 6):

$$\ln (P) = \ln (P1) + (t-t1) * \log (g) \quad (6)$$

Onde:

P = População final de plano (estimada);

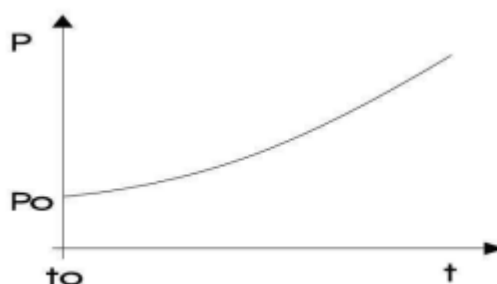
P1 = População no período t1, anterior ao ano de projeto, e posterior ao t0;

t1 = Ano de um censo anterior ao ano de projeto, e posterior ao censo t0;

t = Ano em que se deseja obter a população;

Sendo assim, é possível analisar a curva da projeção geométrica na seguinte configuração:

Figura 20 – Esboço Curva Projeção Geométrica



Fonte: Benetti (2007)

- **MÉTODO DA CURVA LOGÍSTICA:** esse método é uma técnica que estima o crescimento populacional a partir de uma relação matemática que descreve uma curva em forma de “S”. Onde, ela se caracteriza por três fases, que são, Crescimento acelerado, Crescimento retardado, Crescimento tendente à estabilização. Onde, a população cresce assintoticamente em função do tempo para um valor máximo, seguindo a equação 7 apresentada em Tsutiya (2006).

$$P = S/(1 + e^{a+bt}) \quad (7)$$

Onde:

S = População de saturação;

A = valor tal que, para $t=a/b$, há uma inflexão na curva;

B = razão de crescimento da população.

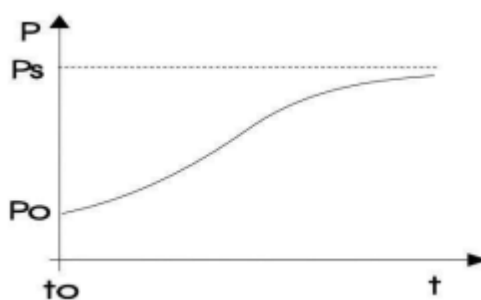
Vale lembrar que os parâmetros “a” e “b” acima citados são melhor definidos através das equações 8 e 9 que se seguem:

$$a = \left(\frac{1}{0,4343} \right) * \ln \frac{(S - P_0)}{P_0} \quad (8)$$

$$b = - \left(\frac{1}{0,4343} \right) * \ln \frac{P_0 * (S - P_1)}{P_1 * (S - P_0)} \quad (9)$$

Outro ponto importante é que a curva logística é utilizada quando se tem conhecimento de três populações em épocas diferentes e equidistantes no tempo, ela possui papel fundamental ao indicar características importantes sobre a ecologia da população e as condições ambientais TSUTIYA (2006).

Figura 21 - Esboço Curva Logística



Fonte: Benetti (2007)

- **MÉTODO DA TAXA DE CRESCIMENTO DECRESCENTE:** esse método é uma técnica considerada a mais conservadora, afinal prevê o menor crescimento da população para o período. Adiante, para utilizar este método, torna-se necessário:

1. Possuir dados concretos de três populações em três épocas diferentes e equidistantes no tempo
2. Essas populações devem apresentar crescimento, ou seja, $P_0 < P_1 < P_2$
3. As populações devem satisfazer a condição de inflexão da curva, através de:

$$(P_1)^2 > P_0 \times P_2 \quad (10)$$

Nesse método a população é projetada com base na hipótese de que, com o crescimento populacional ao longo dos anos, em um determinado momento (População de Saturação – S) a taxa de crescimento anual torna-se gradativamente menor (Tsutiya, 2006). Desse modo, estima-se uma população de saturação (S) e calcula-se a taxa de crescimento decrescente (Kd), sendo este método definido pelas equações:

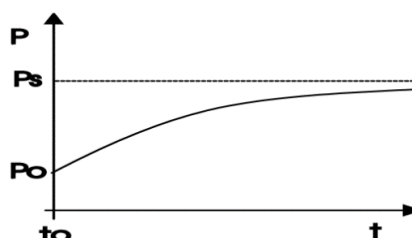
$$-\ln\left(\frac{S - P_2}{S - P_1}\right) = kd * (t_2 - t_1) \quad (11)$$

$$kd = \frac{-\ln\frac{S - P_2}{S - P_1}}{t_2 - t_1} \quad (12)$$

$$S = \frac{(2 * P_0 * P_1 * P_2) - (P_1^2 * (P_0 + P_2))}{(P_0 * P_2) - P_1^2} \quad (13)$$

Lembrando ainda que os parâmetros podem ser também estimados por regressão não linear. A seguir é possível conferir na imagem 24 o esboço do gráfico:

Figura 22 - Esboço Curva Para Crescimento Decrescente



Fonte: Benetti (2007)

2.6.2 – Consumo Per Capita (q)

Iniciar esse tópico, confere explicar que de acordo com o SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento), o índice de perdas na distribuição de água (IN049) apresenta as regiões Norte e Nordeste com os piores índice de perdas, com 51,16% e 46,15% respectivamente. A nível de região Nordeste significa que, para cada 100 litros de água disponibilizados, apenas 53,85 litros são contabilizados como utilizados pelos consumidores. Diante disto, um importante fator a ser considerado e o Consumo Per Capita a partir da equação 13, apresenta a seguir:

$$q = \frac{qe}{1 - Ip} \quad (13)$$

Onde:

q = consumo per capita por habitante (l/dia.hab);

qe = consumo específico;

Ip = índice de perda;

Vale ressaltar, que as perdas de água têm um impacto direto na receita das empresas, pois são volumes produzidos, desperdiçados, e não faturados. Assim podemos compreender o consumo per capita como um parâmetro extremamente variável, que indica o consumo médio de uma população em determinada localidade, levando em consideração fatores como gênero, a faixa etária, cultura e clima. Sendo ainda uma ferramenta importante para o planejamento estratégico, pois permite a otimização do projeto, garantindo uma maior segurança na etapa de projeto (Além Sobrinho; Tsutiya, 2000).

Quadro 2 - Consumo Per Capita Estimado

ITEM	PORTE DA COMUNIDADE	FAIXA DA POPULAÇÃO (HAB)	CONSUMO PER CAPITA (QCP) (L/HAB.DIA)
1.1	POVOADO RURAL	< 5000	90 - 140
1.2	VILA	5.000 - 10.000	100 - 160
1.3	PEQUENA LOCALIDADE	10.000 - 50.000	110 - 180
1.4	CIDADE MÉDIA	50.000 - 250.000	120 - 220
1.5	CIDADE GRANDE	> 250.000	150 - 300

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2005)

O quadro 2 apresenta valores estimados de acordo com o porte da comunidade e a faixa de população, e a faixa dos consumos à serem adotados em cada situação (Von Sperling, 2005).

2.6.3 – Coeficiente de Retorno (C)

Os volumes relacionados ao consumo de água e contribuição de esgoto geralmente são díspares, afinal uma parcela da água consumida retorna à rede coletora em forma de esgoto, mas nem todo o esgoto é proveniente do consumo de água. Portanto, embora haja uma correlação entre o consumo de água e a contribuição de esgoto, a quantidade de água consumida que chega ao coletor de esgoto deve ser determinada depois de cuidadosas considerações das condições locais (Nuvolare et al., 2011). Entende-se então o coeficiente de retorno (C) como a relação direta entre o volume de esgoto produzido e de água efetivamente consumida que retorna às tubulações.

Segundo a norma brasileira NBR 9649 (ABNT, 1986), é recomendado o uso do $C = 0,8$, quando inexitem fontes confiáveis de pesquisa em relação a outras fontes de abastecimento, como poços advindos do lençol freático, contribuições de indústrias, hospitais e demais instituições, ou seja, a cada 100L de água consumidas nessa situação, 80L retornam em forma de efluente para tratamento em uma ETE. A seguir, no Quadro 3 é possível conferir valores recomendados para esse coeficiente com base no local e as condições para obtenção dos respectivos valores.

Quadro 3 - Valores De Coeficientes De Retorno Medidos Ou Recomendados Para Projeto

AUTOR	LOCAL	ANO	COEFICIENTE DE RETORNO	CONDIÇÃO DE OBTENÇÃO DE VALORES
JOSÉ A. MARTINS	SÃO PAULO	1977	0,7 A 0,9	RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO
AZEVEDO NETO	SÃO PAULO	1981	0,7 A 0,8	RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO
NBR 9649 - ABNT	BRASIL	1986	0,8	RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO
LUIS P. ALMEIDA NETO , GILBERTO O. GASPAR, JOAO B. COMPARINI E NELSON L. SILVA	CARDOSO, GUARANI D'OESTE E VALENTIM GENTIL (ESTADO DE SÃO PAULO)	1989	0,35 A 0,68	MEDIÇÕES EM SISTEMAS OPERANDO HÁ VÁRIOS ANOS
SSABESP	SÃO PAULO	1990	0,85	RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO "PLANO DIRETOR DE ESGOTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO"
JOÃO B. COMPARINI	CARDOSO, PEDRANÓPOLIS, GUARANI D'OESTE E INDIAPORÃ (ESTADO DE SÃO PAULO)	1990	0,42 A 0,73	MEDIÇÕES EM SISTEMAS OPERANDO HÁ VÁRIOS ANOS
MILTON T. TSUTIYA E ORLANDO Z. CASSERATI	TATUÍ (ESTADO DE SÃO PAULO)	1995	0,52 A 0,84	MEDIÇÕES EM SISTEMAS OPERANDO HÁ VÁRIOS ANOS
STEEL	EUA	1960	0,7 A 1,3	PARA AS CONDIÇÕES NORTE-AMERICANAS
FAIR, GEYER & OKUM	EUA	1968	0,6 A 0,7	RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO
METCALF & EDDY INC.	EUA	1981	0,7	RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO
SOBRINHO & TSUTIYA	BRASIL	2000	0,5 A 0,9	PARA AS CONDIÇÕES BRASILEIRAS

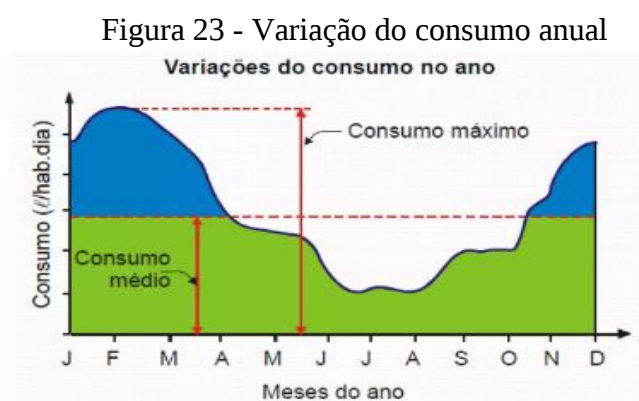
FERNANDES	BRASIL	1997	0,6 A 1,3	PARA AS CONDIÇÕES BRASILEIRAS
-----------	--------	------	-----------	-------------------------------------

Fonte: Adaptada de Tsutiya, M.T. e Além Sobrinho, P. 1999

2.6.4 – Coeficientes de Variação de Vazão

Conhecidos todos esses dados torna-se importante também conhecer os coeficientes de variação de vazão. Haja vista, que a produção esgoto doméstico encontra-se diretamente ligado ao usuário, entende-se que essa vazão não é distribuída equitativamente ao longo de todos os dias (Tsutiya E Sobrinho, 1999, p. 53). Conforme o autor, para o desenvolvimento de projetos de esgotamento sanitário são importantes os seguintes coeficientes:

- K1 (coeficiente de máxima vazão diária): é a relação entre a maior vazão diária verificada no ano e a vazão média diária anual;



Fonte: Alem Sobrinho & Contrera (2016)

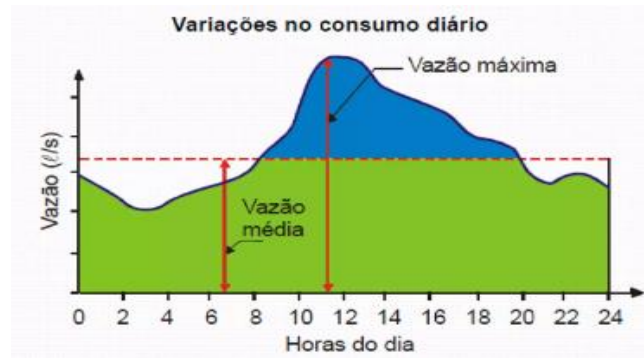
Como estimar:

$$K1 = \frac{Q \text{ máxima diária no ano}}{Q \text{ média diária no ano}} \quad (14)$$

Segundo a ABNT NBR 9649: K1 = 1,2

- K2 (coeficiente de máxima vazão horária): é a relação entre a maior vazão observada num dia e a vazão média horária do mesmo dia;

Figura 24 - Variação do consumo anual



Fonte: Alem Sobrinho & Contrera (2016)

Como estimar:

$$K2 = \frac{\text{Maior Vazão Horária no Dia}}{\text{Vazão Média Horária no Dia}} \quad (15)$$

Segundo a ABNT NBR 9649: $K2 = 1,5$

- $K3$ (coeficiente de mínima vazão horária): é a relação entre a vazão mínima e a vazão média anual.

Como estimar:

$$K3 = \frac{\text{Mínima Vazão Horária no Dia}}{\text{Vazão Média Horária no Dia}} \quad (15)$$

Segundo a ABNT NBR 9649: $K3 = 0,5$

Lembrando, que para os coeficientes citados acima, leva-se em consideração as variações na contribuição de esgoto doméstico ao longo do dia.

2.6.5 – Taxa de Infiltração

Após análise e conforme condições locais como: caracterização do subsolo, altura do nível de água do lençol freático, tipo de junta utilizada, tipo de material da tubulação utilizada e a qualidade da execução da rede. Entende-se esse fator como a taxa na qual a água adentra o solo, expressa em termos de lâmina, ou seja, cm/h, mm/s etc. No contexto de redes coletoras de esgotos sanitários, a NBR 9649 (ABNT, 1986) estabelece que a taxa de infiltração deve estar entre 0,05 a 1,0 L/s.km.

Vale ainda explicar que essas águas de infiltração são subterrâneas provenientes do subsolo, e de maneira indesejada elas penetram as canalizações da rede coletora por meio, de tubulações defeituosas, juntas mal executadas, por dispêndios estruturais nos poços de visita, bem como nas estações elevatórias, ou ainda, através das paredes das tubulações (Tsutyia E Sobrinho, 2011).

2.6.6 – Declividade Mínima

Assegurar o deslocamento e o fluxo contínuo dos sedimentos no esgoto, garantindo assim que não fiquem depositadas impurezas no sistema é a principal função da declividade mínima (Nuvolari, 2014). Haja vista, que garantir a autolimpeza das tubulações ao menos uma vez ao dia, a partir do início do plano, significa seguir os parâmetros pré-estabelecidos em norma pela NBR 9649 (ABNT, 1986).

Nesse sentido, é necessário considerar um coeficiente de Manning com $n = 0,013$, além de que a declividade a ser empregada deverá proporcionar uma tensão trativa média igual ou acima de 1,0 Pa, e quaisquer valores que apresentem divergência, segundo a norma, devem ser justificados (NBR 9649 - ABNT, 1986), seguindo a equação 16, exposta abaixo

$$I_{0\text{ mín}} = 0,0055 \cdot Q_i^{(-0,47)} \quad (16)$$

Onde:

$I_{0\text{ mín}}$ = é a declividade mínima admissível (m/m);

Q_i = é a vazão inicial (l/s).

2.6.7 – Declividade Máxima

Segundo Melo (2008) o que pode se referir aos ramais condominiais, as declividades de projeto, assim como no sistema convencional, é que prioritariamente devem acompanhar a declividade natural do terreno e evoluírem a partir dos mínimos que assegurem as condições para a autolimpeza (Melo, 2008, p. 128). No entanto, a NBR supracitada define que a máxima declividade admissível é aquela para a qual se tenha velocidade final (v_f) igual a 5 m/s, bem como um coeficiente de Manning igual a $n = 0,013$ (Tsutiya E Sobrinho, 1999). Observa-se ainda que a expressão aproximada para tais circunstâncias é representada na Equação 17:

$$I_{\text{máx}} = 4,65 \cdot Q_f^{(-0,67)} \quad (17)$$

Onde:

$I_{\text{máx}}$ = é a declividade máxima admissível (m/m);

Q_f = é a vazão final (l/s).

2.6.8 – Lâmina d'água

De acordo com a NBR 9649 (ABNT, 1986) os coletores precisam ser concebidos para serem executarem o serviço com uma lâmina de água que não ultrapasse 75% do diâmetro da tubulação, e os outros 25% referente ao topo dos dutos destinados à ventilação do sistema e às eventuais alterações de nível (Tsutiya E Sobrinho, 2011).

2.6.9 – Tensão Trativa

Trata-se de um parâmetro importante no escoamento do esgoto sanitário, afinal, evita a deposição de sólidos e a formação de sulfetos além de inibir o surgimento de gás sulfídrico, e promover a autolimpeza na tubulação (Tsutiya; Sobrinho, 2011). Ela é a tensão tangencial exercida pelo líquido escoando sobre a parede do tubo. Vale lembrar, que para garantir o fluxo adequado das águas residuais e evitar acúmulo de sedimentos ou obstruções nas tubulações, é necessária uma inclinação mínima, declividade mínima, nas tubulações de esgoto, como visto anteriormente.

$$\sigma = \gamma \cdot RH \cdot I \quad (18)$$

Onde σ é a tensão trativa média (Pa), γ é o peso específico do líquido (104 N/m³ para o esgoto), RH é o raio hidráulico da seção do conduto (m) e I é a declividade da tubulação (m/m).

2.6.10 – Velocidade mínima e velocidade crítica

Estudos complementares, perceberam a necessidade de a tubulação ser projetada de modo a alcançar uma velocidade mínima de escoamento, ela deve ser suficiente para assegurar a ação de autolimpeza nas horas de menor contribuição. No Brasil, é comum utilizar como limite mínimo de velocidade o valor igual ou superior a 0,75 m/s (Azevedo Netto et al., 1977, p.50).

Entretanto, ressalta-se que o critério de velocidade mínima de escoamento, teve sua utilização considerada obsoleta para fins de projeto, ou seja, não é mais vigente no Brasil, visto que a NBR 9649/1986 o substitui pelo critério da tensão trativa, como é descrito no item 2.6.9.

Contudo, além desse fator, para Azevedo Netto et al. (1977), nos condutos de esgoto evitar que a velocidade ultrapasse certos valores máximos a fim de evitar a ação erosiva de partícula sólidas duras que são transportadas pelo esgoto é uma necessidade intrinsecamente ligada ao bom funcionamento do projeto, com isso, a NBR 9649 (1986, p.3) prescreve que quando a velocidade final é superior à velocidade crítica, a maior lâmina admissível alterna de

valor, substituindo os 75% e devendo ser adotado 50 % do diâmetro do coletor, assegurando-se a ventilação do trecho.

2.6.11 – Vazão

De acordo com Tsutiya e Sobrinho (1999, p.61), para calcular a taxa de fluxo de esgoto, é necessário levar em conta fatores supracitados, a exemplo da população da região de projeto, a contribuição per capita ou por economia, o coeficiente de retorno, a variação de fluxo, as águas de infiltração e a existência ou não, bem como a previsão de introdução de esgotos industriais na rede de coleta.

Nesse sentido, a vazão de esgoto sanitário para início e fim de plano são definidas pelas equações (19) e (20), respectivamente.

$$Q_i = K_2 \cdot \bar{Q}_{d,i} + Q_{inf,i} + \sum Q_{c,i} \quad (19)$$

$$Q_f = K_1 \cdot K_2 \cdot \bar{Q}_{d,f} + Q_{inf,f} + \sum Q_{c,f} \quad (20)$$

Onde:

Q_i e Q_f = vazão máxima de esgoto sanitário inicial e final (l/s);

K_1 = é o coeficiente de máxima vazão diária;

K_2 = é o coeficiente de máxima vazão horária;

$\bar{Q}_{d,i}$ e $\bar{Q}_{d,f}$ = vazão média inicial e final de esgoto doméstico (l/s);

$Q_{inf,i}$ e $Q_{inf,f}$ = vazão de infiltração inicial e final (l/s)

$Q_{c,i}$ e $Q_{c,f}$ = vazão concentrada ou singular inicial e final (l/s).

É importante citar, que na Equação (19) não se aplica o coeficiente K_1 (coeficiente de máxima vazão diária), afinal, procura-se uma vazão inicial frequente (também conhecida como vazão máxima de um dia aleatório), a qual é utilizada na verificação das condições mínimas que garantem a autolimpeza da canalização (Nuvolari, 2011, p.74).

Outras definições importantes em relação a cálculo de vazão, são os de:

- **Vazão doméstica de esgoto sanitário:** é a parcela vinculada à população servida, cuja contribuição média é anual (Nuvolari, 2011). Vale ressaltar ainda, que essas águas podem conter resíduos orgânicos, detergentes, produtos de limpeza e outros contaminantes, haja vista, que é o conjunto de águas residuais geradas em residências, que inclui todos os líquidos resultantes de atividades diárias, como cozinhar, tomar banho, lavar roupas e realizar a higiene pessoal.

- **Vazão Industrial de esgoto Sanitário:** é o conjunto de águas residuais geradas por atividades laborais de indústrias e estabelecimentos comerciais (Nuvolari, 2011). Esse tipo de esgoto pode conter uma variedade de poluentes, incluindo produtos químicos, metais pesados, resíduos orgânicos, óleos e graxas, dependendo do tipo de processo industrial realizado, o que em suma maioria, implica um tratamento específico e em conformidade com as normas ambientais antes de ser liberada em corpos d'água ou reutilizada, pois sua composição é mais complexa e potencialmente mais prejudicial ao meio ambiente e à saúde pública do que o doméstico.

Assim, inexistindo vazão industrial no local de implantação do sistema, a vazão média inicial e final de esgoto doméstico é definida, respectivamente, pelas Equações (21) e (22) (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999, p.68):

$$\bar{Q}_{d,i} = \frac{C \cdot a_i \cdot d_i \cdot q_i}{86400} = \frac{C \cdot P_i \cdot q_i}{86400} \quad (21)$$

$$\bar{Q}_{d,f} = \frac{C \cdot a_f \cdot d_f \cdot q_f}{86400} = \frac{C \cdot P_f \cdot q_f}{86400} \quad (22)$$

Onde:

$\bar{Q}_{d,i}$ e $\bar{Q}_{d,f}$ = vazão média inicial e final de esgoto doméstico (l/s);

C = é o coeficiente de retorno;

Pi e Pf = é a população inicial e final (hab);

ai e af = é a área esgotada inicial e final (ha);

di e df = é a densidade populacional inicial e final;

qi e qf = é o consumo de água efetivo per capita inicial e final (l/hab.dia);

Assim, sem a necessidade de cálculo da vazão concentrada (oriunda de áreas cujas contribuições são significativamente maiores, a exemplo de áreas ocupadas por hospitais, escolas, quartéis e indústrias), além da inexistência de dados pesquisados e comprovados, com validade estatística, a NBR 9649 (1986, p.3) recomenda a utilização quando necessário de uma vazão mínima para o trecho igual a 1,5 l/s. Sendo esta vazão correspondente ao pico instantâneo de vazão decorrente da descarga de uma bacia sanitária (Tsutiya E Sobrinho, 1999, P.102).

Uma observação plausível, é que referente ao modelo suposto no artigo, o modelo condominial, as vazões discriminadas anteriormente, não se diferem das utilizadas no modelo convencional, nesse estudo, o modelo de separador absoluto, haja vista, que os dados demográficos, conformidades do terreno e demais características apresentadas para a elaboração do projeto são os mesmos. No entanto, embora, tais semelhanças, o sistema condominial, tem como característica básica o direcionamento dos efluentes no sentido lotes -

coletor tronco, o que reflete em contribuições de efluentes com características uniformes ao longo de toda a rede, o que consequentemente implica em tubulações e demais instrumentos também semelhantes. Dessa maneira, para Melo (2008), as vazões que alimentam a rede convencional ficam melhor discriminadas através do cálculo de vazões, que utiliza em sua aplicação, fatores como as taxas lineares de contribuição nos coletores.

Por isso, a forma como as contribuições alimentam a rede básica é melhor apresentada por um modelo baseado em contribuições pontuais, ao invés do modelo convencional que apresenta melhor funcionalidade ao utilizar-se de contribuições lineares. Contudo, independente do modelo adotado, utilizando ou não as contribuições pontuais ou lineares, os resultados do cálculo de vazões tendem a ser equivalentes, corroborando a viabilidade ou não do projeto (MELO, 2008, p. 88). Demais características, bem como uma melhor comparação entre os sistemas serão explicadas respectivamente nos tópicos 2.7, 2.8 e 2.9 desse referencial teórico.

2.6.12 - Contribuição de Esgoto

Em Tsutiya e Sobrinho, (1999), no que se refere à sistema convencional de esgotamento, para os casos em que há apenas uma rede coletora de esgotos na via, a taxa de contribuição linear pode ser calculada por unidade de comprimento, ou por unidade de área. A primeira, a qual será utilizada neste trabalho, é apresentada respectivamente nas equações 23 e 24 (Tsutiya E Sobrinho, 1999, p.72).

$$Tx,i = \frac{K2 \cdot Qd,i}{Li} + Tinf \quad (23)$$

$$Tx,f = \frac{K1 \cdot K2 \cdot Qd,f}{Lf} + Tinf \quad (24)$$

Onde:

Tx,i e Tx,f = é a taxa de contribuição linear inicial e final (l/s.m);

$K1$ = é o coeficiente de máxima vazão diária;

$K2$ = é o coeficiente de máxima vazão horária;

Qd,i e Qd,f = vazão média inicial e final de esgoto doméstico (l/s);

Li e Lf = comprimento da rede de esgotos inicial e final (m);

$Tinf$ = é a taxa de contribuição de infiltração (l/s.m);

Tx,i e Tx,f = é a taxa de contribuição linear inicial e final (l/s.m);

$K1$ é o coeficiente de máxima vazão diária;

$K2$ = é o coeficiente de máxima vazão horária;

Qd,i e Qd,f = vazão média inicial e final de esgoto doméstico (l/s);

Li e Lf = comprimento da rede de esgotos inicial e final (m);

$Tinf$ = é a taxa de contribuição de infiltração (l/s.m);

Lembrando ainda que para o último parâmetro, tendo em vista a ausência de dados locais comprovados oriundos de pesquisas, a NBR 9649 (1986) recomenda a utilização de 0,05 a 1,0 l/s.km para a taxa de contribuição de infiltração (T_{inf}).

Em seguida, é necessário calcular a vazão dos trechos, a qual, assegura-se que durante todo o percurso da rede coletora, existirá contribuição de efluentes. Nesse sentido, complementando as equações anteriormente apresentadas, as equações 25 e 26 são utilizadas para calcular as vazões de início e final de plano, respectivamente (Pereira E Silva, 2018).

INÍCIO DE PLANO

$$Q_{t,i} = T_{xi} \cdot L_t \quad (25)$$

FINAL DE PLANO

$$Q_{t,f} = T_{xf} \cdot L_t \quad (26)$$

Onde:

$Q_{t,i}$ e $Q_{t,f}$ = vazão do trecho no início e fim de plano (l/s);

T_{xi} e T_{xf} = taxa de contribuição linear de início e fim de plano (l/s.m);

L_t = é o comprimento do trecho (m).

No entanto, ao contrário do que foi apresentado anteriormente, para o sistema condominial, as contribuições de esgoto são mais bem percebidas quando expressas em equivalentes da vazão produzida, referência essa a economia de consumo de referência. Nas zonas urbanas, como objeto de estudo, essa economia de referência deve ser preferencialmente representada pela contribuição de um domicílio com uma família típica (Melo, 2008). Definido assim o parâmetro de entrada, a contribuição de referência pode ser estimada por meio da equação 27:

$$Q_r = \frac{q \cdot p \cdot C \cdot K_1 \cdot K_2}{86400} \quad (27)$$

Onde:

Q_r = é a contribuição de referência (l/s);

q = é o consumo médio per capita de água (l/hab.dia);

p = é o número médio de habitantes por domicílio;

C = é o coeficiente de retorno;

K_1 = é o coeficiente de máxima vazão diária;

K_2 = é o coeficiente de máxima vazão horária;

2.7 Método Convencional – Separador Absoluto

No Brasil o método separador absoluto no esgotamento sanitário é o convencionalmente adotado desde o século XX por apresentar vantagens como a redução de Contaminantes onde as águas servidas, que contêm contaminantes mais concentrados, podem ser tratadas de maneira eficiente, melhorando a qualidade do efluente final, um menor sobrecarregamento durante chuvas com elevados volumes, bem como a facilidade no tratamento específico para cada efluente e o potencial para reuso das águas tratadas, sendo em suma maioria destinadas à irrigação, promovendo a sustentabilidade (Alem Sobrinho; Tsutiya, 2000).

Define-se uma técnica de manejo de águas residuais que visa separar as águas servidas (esgoto doméstico, industrial etc.) das águas pluviais (chuvas). Nesse método, as águas servidas são coletadas e tratadas de forma independente das águas de chuva, o que pode contribuir para uma melhor qualidade do tratamento e reduzir a sobrecarga nas estações de tratamento durante períodos de chuva intensa (Alem Sobrinho; Tsutiya, 2000).

Por outro lado, a implementação desse sistema pode demandar investimentos iniciais significativos e requer planejamento cuidadoso da infraestrutura urbana. A separação das redes de esgoto e drenagem pluvial também exige um trabalho de sensibilização da população para que se evitem ligações inadequadas ao decorrer da extensão da rede.

Inicialmente, para a concepção de um sistema de esgotamento sanitário, o primeiro passo a ser dado é o seu planejamento prévio. A norma brasileira NBR 9648 (ABNT, 1986) descreve como pode ser realizado o estudo inicial para sistemas de esgoto sanitário do tipo separador absoluto.

Após esse estudo inicial, o planejamento do traçado é o próximo ponto mais importante, haja vista os 3 principais tipos existentes (Alem Sobrinho; Tsutiya, 2000). Vale lembrar que essa escolha segue em princípio o caráter técnico-financeiro, onde o caimento deve seguir a declividade do terreno, utilizando a força gravidade como impulsionador do conjunto, ou seja, funcionar como conduto livre. Diante do exposto, pode se obter os seguintes traçados:

- Perpendicular: Escolhido como opção em casos, de cidades circundadas ou atravessadas por cursos d'água, como cidades entre rios. Tem-se ainda características importantes como:
 - Vários coletores tronco independentes;
 - Traçado preferencialmente perpendicular ao curso d'água;
 - Coletores em suma maioria, interligam-se aos interceptores marginais;

A seguir, na figura 25, é possível observar um traçado do tipo perpendicular na prática em uma cidade que se desenvolve em região próxima à rios.

Figura 25 - Traçado da rede tipo Perpendicular



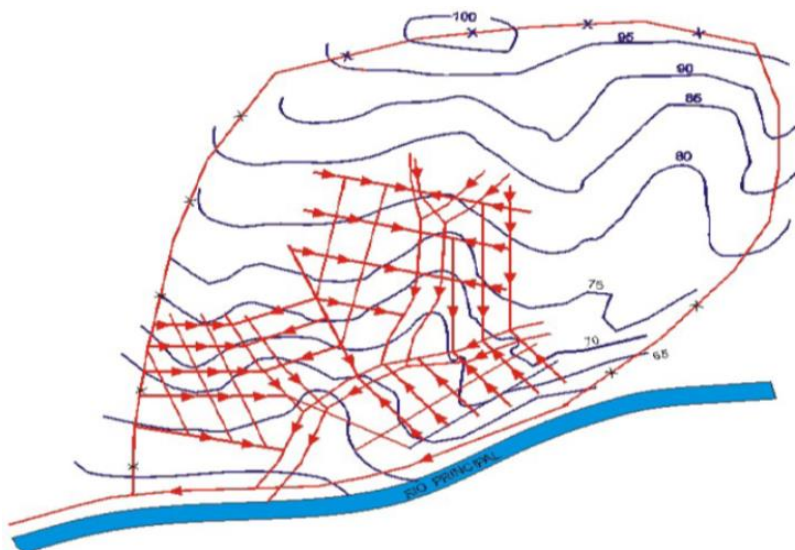
Fonte: Sobrinho & Tsutiya, 1999.

- Leque: Escolhido, em suma maioria para terrenos em caráter acidentado, ou seja, terrenos que possuem muitas elevações e depressões, a exemplo da cidade de São Paulo. Segue aspectos importantes, na hora de se optar por esse determinado traçado.

- Coletores tronco – fundo do vale (parte mais baixa da bacia);
- Destinação dos efluentes pelos coletores secundários;
- Traçado leque ou espinha de peixe;

A seguir, na figura 26, é possível observar um traçado do tipo leque na prática em uma cidade que se desenvolve em região com terrenos em caráter acidentado.

Figura 26 - Traçado da rede tipo Leque

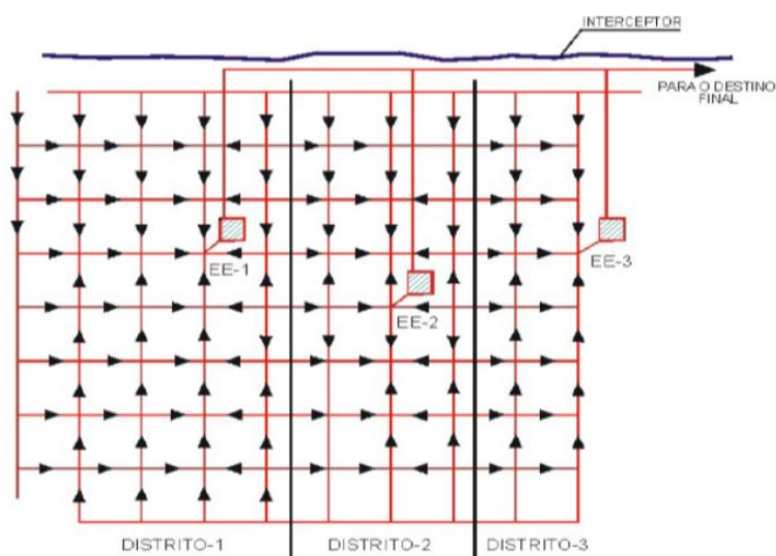


Fonte: Sobrinho & Tsutiya, 1999.

- **Distrital e Radial:** Sendo utilizado em suma maioria em cidades com terrenos com topografia equitativamente próxima, ou seja, terrenos planos, tem como principais características, a necessidades de pontos baixos em cada setor, sendo eles independentes entre si, havendo ainda, a necessidade de recalque nas tubulações desses efluentes, para que consiga seguir sem quaisquer interrupções ao destino.

A seguir, na figura 27, é possível observar um traçado do tipo Distrital e Radial na prática em uma cidade que se desenvolve em região com terrenos em caráter acidentado.

Figura 27 - Traçado da rede tipo Distrital e Radial



Fonte: Sobrinho & Tsutiya, 1999.

Segundo a NBR 9648, o sistema de esgotamento do tipo separador absoluto é o “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”, onde o esgoto doméstico fica separado das águas pluviais. É importante mencionar ainda a existência de uma rede que coleta somente o efluente gerado nas residências e outra rede que coleta as águas de chuva, sumarizada pela figura 28.

Figura 28 - Sistema coletivo de esgoto, separador absoluto



Fonte: ACO/CESAMA (2017)

Neste sistema, a rede coletora é composta por um conjunto de ligações e coletores. O esgoto proveniente de residências e outras edificações é direcionado para os coletores de esgoto e, em seguida, transportado para o coletor tronco, que é a tubulação da rede coletora responsável por receber apenas o esgoto de outros coletores. Dentro da rede coletora, existem também acessórios como os poços de visita (PVs), degraus e tubos de queda, serão discriminados posteriormente, que permitem a inspeção e a limpeza do sistema.

Para a instalação desses poços, os locais mais adequados para a são no início da rede, em pontos de alteração de direção, inclinação, diâmetro e material da tubulação, assim como nas conexões e em trechos longos. Todo o esgoto coletado na rede do sistema separador absoluto é enviado para as estações de tratamento de esgoto (ETEs). Segundo Nuvolari (2011), “nas unidades de tratamento, diversas operações e processos unitários são realizados para

promover a separação dos poluentes em suspensão e dissolvidos da água a ser descarregada no corpo receptor, além do condicionamento dos resíduos sólidos”.

A vantagem econômica do sistema de separação absoluta é que ele transporta um volume menor de esgoto, tratando apenas o esgoto gerado em residências. Porém, esse sistema requer fiscalização constante, pois pode haver entrada de águas pluviais por meio de coletores instalados nos pátios das casas, em alguns casos advindos de ligações irregulares ao longo da rede, uma vez que, a falta de acesso às redes convencionais de esgoto ocasiona o direcionamento dos efluentes da população para o sistema de drenagem existente, em suma maioria de mais fácil acesso. Outro aspecto negativo é a ausência de tratamento para as águas da chuva. Afinal, em algumas regiões, a água que escoar pode levar uma quantidade significativa de poluentes, que são despejados diretamente em corpos d'água, prejudicando o meio ambiente (Tsutiya & Alem Sobrinho, 2000).

De certo modo entender o esgotamento é compreender que o esgoto bruto afeta a qualidade da água dos rios, afinal seu descarte irregular e sem tratamento prévio causa impactos negativos à fauna e flora aquática, bem como, gerar sérios problemas de saúde na população, incluindo riscos à vida (Tsutiya & Alem Sobrinho, 2000).

Quando analisadas as etapas desde a Coleta do Esgoto ao receptor hídrico pós-tratamento, é interessante compreender etapa a etapa, com o fito de garantir segurança e qualidade em todos os processos. Afinal, após ser coletado através de tubulações subterrâneas, o efluente é direcionado para estações de tratamento de efluentes (ETE). Onde, ele passa por métodos de tratamento, a exemplo do Tratamento por Lodo Ativado ou Tratamento com Reatores UASB.

2.7.1 Normas Utilizadas para Desenvolvimento do Projeto

Como parâmetros preestabelecidos, os projetos de Sistema de Esgotamento Sanitário realizados neste trabalho, serão levados em consideração diretrizes e condições estabelecidos por:

- NBR 9648/1986 – Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário;
- NBR 9649/1986 – Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário;
- NBR 8160/1999 – Sistemas prediais de esgoto sanitário.
- NBR 12.208/2020 - Projeto de estação de bombeamento ou de estação elevatória de esgoto
- NBR 15.710/2009 - Sistemas de redes de coleta de esgoto sanitário doméstico a vácuo

2.8 Método Condominial

A explosão demográfica, no último século, permitiu sem prévio planejamento, uma expansão urbana em zonas periféricas das cidades que acompanhada de investimentos estatais majoritariamente em áreas de maior facilidade de acesso e maior renda, constituíram-se como fatores importantes para a estagnação da ampliação de um direito universal (Silva, 2006). Essa desassistência e diminuição da qualidade dos serviços, sobretudo, para as camadas de menor renda, explica-se devido o gerenciamento dos serviços urbanos que em suma maioria é realizado por camadas superiores da sociedade e não existindo assim atendimento em completude das reais necessidades da população.

De maneira geral, todos os problemas ambientais, sociais e de saúde pública oriundos da precariedade do serviço público de esgotamento sanitário, trouxeram reflexões sobre as causas da ineficiência do sistema sanitário. Afinal, com todas essas mudanças fez -se necessária uma remodelação no sistema convencional do tipo separador absoluto (Azevedo Netto, 1992).

Contudo, a implementação de sistemas de coleta de esgoto que se baseiam em tecnologias padronizadas e rígidas, a exemplo do modelo separador absoluto, frequentemente não satisfazem as especificidades locais. Assim, de forma progressiva, modelos como o supracitado estão cedendo lugar às inovações tecnológicas. Afinal, por se tratar de uma adaptação nos sistemas à realidade local, é crucial a participação efetiva da comunidade em todas as fases, pois somente os moradores locais conhecem profundamente seus problemas e, consequentemente, é a mais apta a expressar seus anseios e as suas efetivas necessidades (Silva, 2006).

Para Azevedo Netto (1977, p. 7) e Oliveira e Moraes (2003, p. 13), os modelos históricos implementados no Brasil apresentam uma restritiva aceitabilidade em contextos urbanos, causando, assim, problemas atuais de atendimento à população, que implicam consequências socioeconômicas, políticas, ambientais e culturais, analisados ao decorrer do estudo. No entanto, nesse contexto sanitário, de modo a minimizar essa ineficiência sanitária, surgiram novas alternativas de sistemas, criadas a partir das falhas do modelo sanitário convencional, com novas proposições, ideias e objetivos.

Dito isso, e de modo a procurar garantir a ampliação equitativa desse direito humano, salvaguardado na Constituição da República Federativa do Brasil (1988); as legislações vigentes como a Lei de Saneamento nº 14.026, de 15 de julho de 2020; e a Agenda 2030 (ONU, 2015) que procuram garantir a universalização e estabelecem o saneamento básico, de forma a ser um conjunto de serviços de infraestruturas necessárias à vida humana e de direito básico do

homem. O Sistema Condominial de Esgoto surge como solução à insuficiência dos modelos sanitários e das atribuições do Estado, que perduram até os dias atuais.

É notória a aceitabilidade do sistema condominial devido a seus princípios norteadores (Melo, 2008):

- Uma maior adequação às realidades econômico-financeira, ambiental e urbanística do local de implantação do sistema, preocupando-se com todas as áreas verdes, institucionais, para garantir uma maior vida útil ao mesmo;
- Participação comunitária, de forma a tornar o problema mais tangível aos moradores, ensinando o uso correto do sistema, além de criar um caráter fiscalizador e corretivo em todos os beneficiários e utilizadores do sistema, a fim de evitar custos e problemas desnecessários causados pela falta de comunicação entre os agentes envolvidos;
- Gradualismo, ou seja, estar consciente da evolução constante das cidades de forma a utilizar eficazmente os recursos financeiros à medida que estes são disponibilizados, garantindo uma maior área de abrangência e consequentemente a completude dos serviços básicos.

Em resumo, conforme Lobo (2003), além de desenvolvido e aperfeiçoado no Brasil, o sistema condominial é um dos bons exemplos de experiências sucedidas em território nacional, afinal, tendo sido reconhecido em posteriori internacionalmente, a característica de ser indutor de ações e de gestão integrada dos serviços urbanos, tendo como pressuposto fundamental a participação da comunidade no processo decisório, desde a fase de concepção, planejamento até a fase de implantação dos projetos, esse sistema apresenta-se como uma vertente social de um governo dinâmico que continua evoluindo e que ainda pode e deve ser muito aprimorado.

Para Melo (2008), como condição para não ficar intrinsecamente ligado às áreas plenamente urbanizadas, como os modelos tradicionais, buscou embasamento o mais concreto possível no conhecimento das realidades a que também haveria de igualmente servir: as comunidades de bairros periféricos e favelas, ou seja, locais em que não existe delimitações estabelecidas, como dimensões de ruas, terrenos e áreas a serem preservadas, nem regularização imobiliária, sendo considerados como clandestinos ou frutos em suma maioria de invasões (Melo, 2008; Frigo e Salvador, 2016).

No entanto, o desenvolvimento desse sistema não representou o emprego de alguma mudança tecnológica, mas inovou na concepção e solução institucional adotada, baseada nos princípios de organização e participação das comunidades no desenho, na implantação,

operação e manutenção parcial dos sistemas buscou-se alternativas sustentáveis para o esgotamento sanitário de residências e de pequenos assentamentos rurais (Lobo, 2003).

2.8.1 – Esgotamento Sanitário Utilizando o Método Condominial o Brasil

É consenso, que uma das principais barreiras para a expansão dos serviços de coleta transporte e tratamento correto de efluentes destinados à população de baixa renda nas cidades brasileiras é, sem dúvida, o paradigma técnico que historicamente tem sido aplicado no setor. Paradigma esse destacado por Melo (2008, p.45):

“O paradigma técnico adotado se refere ao reflexo institucional do pensamento segundo o qual os serviços públicos são responsabilidade do estado e sua solução deve ser encaminhada e provida pelo estado a partir da exclusiva ação governamental.”

Entende-se, então, que este modelo, focado excessivamente na técnica, se distancia da realidade das comunidades carentes e ignora a responsabilidade social de oferecer soluções que realmente atendam aos desafios enfrentados pela população abaixo da classe média baixa (Agência Brasil, 2022). Nesse contexto, os profissionais da área acabam limitando-se a desenvolver a melhor alternativa técnica possível e, na ausência de recursos para sua implementação, transferem a responsabilidade do problema para o governo, sem considerar a viabilidade de soluções alternativas que se adequem aos recursos disponíveis (Lobo, 2003).

No entanto, surge assim, a partir dos anos 80, em meio a busca por um melhor equacionamento da problemática do esgotamento sanitário no país, o sistema condominial, desenvolvido em consonância aos conceitos desenvolvidos pelo engenheiro José Carlos Melo, que acreditava que a mobilização participativa de forma afinca dos possíveis beneficiários era algo indispensável para uma melhor aplicabilidade e funcionalidade desse direito tão fulcral, o esgotamento (Lobo, 2003).

Como explica Lobo (2003):

“Sua conceituação inicial se produziu a partir da observação de uma prática muito comum nas cidades brasileiras, adotada por grupos de moradores vizinhos para afastar as águas servidas de suas casas. Para afastar o esgoto das casas, costuma-se improvisar uma rede comum a todos, passando pelas propriedades sempre com traçado mais econômico e levando em conta o interesse de cada um dos moradores, até chegar a um ponto de descarga, normalmente um riacho ou o sistema de drenagem pluvial de alguma rua.”

Assim, é possível perceber que este sistema foi inspirado em uma prática muito comum nas cidades brasileiras, em que uma rede comum a todos era improvisada, passando pelas propriedades com traçado mais econômico e levando em conta o interesse de cada um dos moradores, até chegar a um ponto de descarga, normalmente um riacho ou o sistema de drenagem pluvial de alguma rua (Lobo, 2003, p. 45).

Após diversos estudos a respeito, inicialmente a sua implementação ocorreu em duas ocasiões simultâneas: uma na Companhia de Saneamento do Rio Grande do Norte (CAERN) que permitiu o pioneirismo de um sistema de esgotos em regiões carentes, como Rocas e Santos Reis, situadas na capital do Estado com aportes financeiros concedidos diretamente pelo Banco Mundial, e a segunda em Petrolina, em Pernambuco, com financiamento do Governo Federal (Melo, 2008).

Vale ressaltar ainda, o Prosanear dentre as linhas do Pró-Saneamento, como a mais completa e dirigida especificamente às populações de baixa renda. Desse modo, contribuiu para “equacionar, de forma autossustentável, os problemas de saneamento ambiental nas áreas urbanas altamente adensadas, ocupadas por famílias de baixa renda, onde as condições de infraestrutura (abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana – resíduos sólidos, drenagem urbana, contenção de encostas etc) sejam precárias” (Melo, 2008, p. 57). Ainda, serviu como um elemento importante no contexto do saneamento naquele momento, afinal até aquele momento não havia nenhum programa de financiamento específico para atender com saneamento básico áreas de baixa renda.

Paralelo a isso, vale ressaltar que a característica marcante de Rocas e Santos Reis, bairros pobres, era a disposição de um elevado número de casas, em suma maioria, situadas abaixo do gradiente da rua, sua pobreza e desarrumação contribuía para um panorama caótico, e enormes dificuldades executivas para a adoção prática dos modelos de esgotamento sanitário vigente na época. Desta forma, foram realizados inúmeros testes referentes à confirmação da figura do condomínio com os seus ramais condominiais e, nele, a participação comunitária e a adequação à realidade foram fundamentais para o equacionamento da questão (Melo, 2008, p.46). A seguir, apresenta-se respectivamente na figura 29, a situação em que se encontravam os bairros de Rocas e Santo Reis, pioneiros para a implementação do modelo condominial.

Figura 29 - Bairro Santos Reis



Fonte: Dana Peper (1960)

Assim, com a execução e aplicabilidade efetiva dos 2 primeiros projetos pilotos, já supracitados, idealizou-se assim, a utilização do Sistema Condominial de Esgoto (SCE), já utilizado em estados do Nordeste como Rio Grande do Norte e Pernambuco, pelo autor e disseminador, engenheiro José Carlos Melo, como uma proposta de saneamento básico universal (Melo, 1983).

Conforme relatado por Vasconcelos (1995, p. 105), após obter êxito na fase piloto, a Companhia Estadual de Água e Esgoto do Rio Grande do Norte (CAERN) deu início à expansão do sistema em 25 municípios do interior do estado, utilizando recursos financeiros oriundos e disponibilizados pelo governo federal (Scaramussa; Henkes, 2014, p. 319).

Vale ressaltar que além das experiências existentes no município de Natal – RN, em Petrolina – PE, a participação comunitária e a descentralização do tratamento, alvos de análise nos antecessores, complementou-se a percepção de que o novo sistema teria papel importante para o atendimento da cidade em sua totalidade, afinal, uma vez que a concepção e a atuação nas duas áreas beneficiadas foram representativas, ao englobar os extremos de renda e de urbanização da cidade (Melo, 2008).

Em seguida, regiões como Brasília, Salvador, Rio de Janeiro e Recife adotaram o modelo como uma alternativa ao sistema de esgotamento do tipo separador absoluto. Adotado pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB) no Distrito Federal em 1991 como uma solução para ampliar a coleta de esgotos em meio à limitação de recursos financeiros para investimentos. Assim, após a adoção desse sistema, Melo (2008) atribuiu à Brasília o título de obra mais completa desse modelo, no Brasil e no mundo, devido à sua grande dimensão, a qual contempla 2000 km de ramais condominiais e 1000 km de rede básica. O que

levou o Sistema Condominial de Esgotamento Sanitário está cada vez mais presente, no Brasil, a exemplo de cidades dos estados de Pernambuco, Rio Grande do Norte, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Bahia, Rio de Janeiro e Distrito Federal (Rissoli, 2011).

Atualmente, é importante citar o Programa de Saneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca (PSA Ipojuca), como um dos utilizadores em suma maioria do SCE desde 2016, que visa implantar e/ou ampliar Sistemas de Esgotamento Sanitário em cidades como Tacaimbó, Gravatá, Sanharó, Bezerros, Belo Jardim e Caruaru. Além de estar definindo um setor específico para o Trabalho Técnico Social (TTS). Onde, na prática, o TTS será incumbido de realizar atividades socioeducativas, bem como, de intervenção física e mobilização comunitária para decidir de forma democrática o tipo de ramal a ser implantado e como executá-lo, somente após essa definição, a obra é iniciada (Compesa, 2016).

Em 2019, a Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb) recebeu a visita da ONG norte-americana Appropriate Sanitation Institute. Esse encontro, teve como objetivo estabelecer uma rede de apoio entre as partes com intuito de posteriormente disseminar conhecimento sobre a implantação do esgoto condominial, para que cidades do mundo inteiro tivessem acesso a informações sobre esse sistema, eliminando os sistemas irregulares de descarte (Agência Brasília, 2019).

Para a diretora do Appropriate Sanitation Institute, Grace Beeler a ideia de criar um instituto de esgoto condominial está entre as pautas entre os líderes de diversos países, devido a redução em alguns casos de até 50% dos custos de implementação. Além do mais, o instituto norte-americano buscará desenvolver legislação padrão, materiais educacionais e informações úteis sobre engenharia e participação da comunidade para cidades que se interessem em conhecer e adotar o modelo (Agência Brasília, 2019).

Defende Grace Beeler (2019):

“O sistema condominial de esgoto é a única solução para acabar com a falta de saneamento no mundo. Considerando que a Caesb é a maior referência mundial nesse modelo, é muito importante a participação da empresa nesse projeto”

Esses acordos, demonstram a importância do modelo para a universalização do esgotamento e a preocupação mundial com essa questão. A Caesb além do acordo supracitado, possui projetos de cooperação com outros países, a exemplo de Nicarágua, Bolívia e Uruguai, usando a experiência brasileira (Agência Brasília, 2019).

Por fim, vale ressaltar, que estimativas da própria companhia, afirmam que a rede básica

representa, em torno de 40% a 50% do custo de implantação do sistema coletor condominial, enquanto os ramais condominiais representam de 50% a 60% desse custo (CAESB, 2008). Comparativo esse, que será abordado de forma mais ampla no tópico 2.8.3.

2.8.2 Procedimentos para a implantação do sistema condominial

O sistema a princípio possui uma nova concepção técnica, principalmente de menores custos, sem comprometer a qualidade técnica, e conta com a participação ativa da comunidade. Afinal, baseado nos princípios de organização e participação das comunidades no desenho, na implantação, operação e manutenção parcial dos sistemas (Lobo, 2003), o objetivo do sistema está relacionado a diferentes fatores: a essencialidade do serviço frente às necessidades cotidianas do homem, a lacuna deficitária, e o equacionamento por meio do sistema de Melo, autor do sistema.

Primeiramente, um elemento crucial na implementação do sistema de coleta e transporte de esgoto é a assinatura do termo de adesão aos serviços de saneamento básico pelos usuários, seguido pelo cumprimento das obrigações estipuladas no documento. Para alcançar essa meta, as equipes de projeto iniciam uma série de encontros com o bairro alvo, onde é fornecida uma visão geral do processo, as responsabilidades pela construção e manutenção, e em certos casos, a explanação dos custos associados à implementação do sistema e a importância da colaboração social para a efetividade da implementação (Ostrom, 1996).

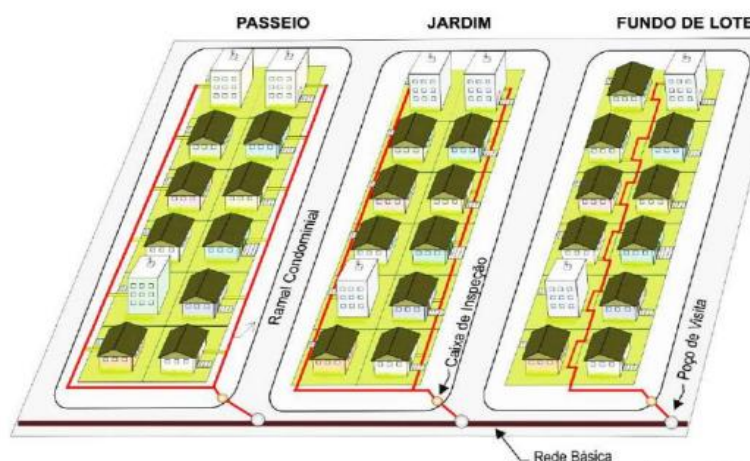
Nesse primeiro contato, surge a obrigatoriedade da inclusão dos itens “educação sanitária” e “educação ambiental” como elementos integrantes do programa de participação comunitária do programa (PROSANEAR, 1995).

Posteriormente, são realizadas reuniões com os moradores em cada quadra, com o objetivo de organizar a área de implementação. Ao fim da mesma, é lavrada uma ata que engloba em seu corpo de texto as regras de adesão, os padrões e métodos de atendimento, às despesas, além dos direitos e responsabilidades referentes à implementação e manutenção dos ramais condominiais no que tange os deveres e direitos das partes (Melo, 2008).

Nessa etapa, ainda fica estabelecido a previsão de representação dos entes por um morador, considerado o síndico. Esse papel é concedido ao residente que idealmente buscará zelar pelos interesses do condomínio, atuar como seu representante junto ao Serviço de Saneamento, apoiar e supervisionar a correta instalação do sistema de esgoto da quadra, e contribuir, na medida do possível, para assegurar o funcionamento regular do ramal condominial e a comunicação de forma célere em eventuais danos (Melo, 2008, p. 117).

Com o andamento dos trâmites e durante essas reuniões, é estabelecida a localização dos ramais condominiais do sistema, de acordo com a preferência do usuário. Geralmente, existem três opções principais de posicionamento, os conhecidos como ramais de passeio, ramais de jardim e ramais de fundo de lote, respectivamente representados na figura 30, além de soluções mistas que integram mais de uma dessas opções em um único condomínio (Melo, 2008).

Figura 30 - Esquema de Possíveis Configurações de Ramais Condominiais



Fonte: Melo (2008).

Vale ressaltar que os ramais de passeio, exemplo localizado à esquerda na Figura 30, são os preferenciais nas urbanizações mais regulares, de topografia favorável, contudo tendem a ser os que demandam maiores investimentos e maiores custos operacionais para o prestador de serviço, pela sua integral responsabilidade pela manutenção de componentes localizados em área pública (Melo, 2008).

Partindo do mesmo princípio, os ramais de jardim localizados ao centro da imagem, apresentam localização aeroespacial na parte frontal, diferindo do citado anteriormente, por localizar-se dentro do lote, explicitado em sua nomenclatura. Ele permite o atendimento de quadras situadas abaixo do nível da rua e com casas com fossas localizadas na mesma região. Compreende-se, assim, uma alternativa ao ramal de passeio em áreas pouco urbanizadas e sem delimitação de passeios, ou também como opção econômica do condomínio quando comparado ao de passeio. A sua escolha depende da existência de espaços livres no trajeto, o que implica em muitos casos a adoção de ramais mistos (jardim e passeio) durante a fase de concepção do projeto (Melo, 2008).

Por fim, os ramais de fundo de lote, (ver Figura 30, à direita) são principalmente destinados a atender quadras que estão abaixo do nível da rua, onde os terrenos apresentam uma

inclinação em direção aos fundos, ou ainda quadras onde as casas estão geminadas (casas que estão ligadas umas às outras, também é conhecida como casa conjugada) lateralmente e que possuem fossas localizadas ao fundo, desde que, nesse contexto, haja disponibilidade dos espaços mínimos exigidos. Além disso, essa pode ser uma alternativa mais econômica para o condomínio, visto que, quando essa configuração é viável, ela se torna a mais acessível, tanto em termos de construção quanto na instalação da interligação das residências (Melo, 2008).

Outro ponto a ser analisado para a definição da posição do ramal, é o fato de que ela impactará diretamente no custo de implementação (Melo, 2008). Afinal, os dois últimos tipos são os mais adequados às urbanizações, em especial na sua topografia e urbanização. Haja vista, que apresentam menores investimentos e podem vir a ser alternativas praticamente únicas em determinadas situações urbanas, tais como em favelas de altas densidades, em edificações com instalações sanitárias abaixo do nível das ruas, entre outros. A seguir é exemplificado no quadro 4 as tarifas de esgoto cobradas em relação a implantação dos modelos de sistema.

Quadro 4 - Tarifa de esgoto calculada com base na cobrança de água.

TARIFA DE ESGOTO - CONSUMO ÁGUA (CAESB)		
SITUAÇÃO	PERCENTUAL	OBSERVAÇÃO
IMÓVEIS EM OBRA	50%	INDEPENDENTE DA LOCALIZAÇÃO
SISTEMA CONVENCIONAL	100%	INDEPENDENTE DA LOCALIZAÇÃO
SISTEMA CONDOMINIAL	60% - 100%	DEPENDENTE DA LOCALIZAÇÃO

Fonte: Adaptado de CAESB-DF

É importante salientar que a tomada de decisões nessa situação pode demandar um tempo considerável, especialmente se alguns moradores preferirem um layout de quintal mais acessível, porém mais intrusivo, enquanto outros optam por um quintal mais dispendioso, mas menos invasivo, ou ainda por alternativas de calçada (Ostrom, 1996).

No entanto, ao fim dos debates sempre existe uma opção que, sob o aspecto técnico, se revela a mais adequada e econômica, senão a única viável. Todavia, a escolha sobre o tipo de ramal deve ser feita pelos usuários do condomínio, que têm a liberdade de selecionar entre as alternativas tecnicamente viáveis para a quadra e as vantagens e desvantagens associadas a cada opção, optando ao fim pela configuração que mais lhes agrada (Melo, 2008).

Como parâmetros preestabelecidos, para a concepção dos projetos de Sistema de Esgotamento Sanitário realizados neste trabalho, serão levados em consideração diretrizes e condições estabelecidos por:

- NBR 9648/1986 – Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário;

- NBR 9649/1986 – Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário;
- NBR 8160/1999 – Sistemas prediais de esgoto sanitário.

2.8.3 Análise comparativa entre os sistemas condominial e convencional do tipo separador absoluto

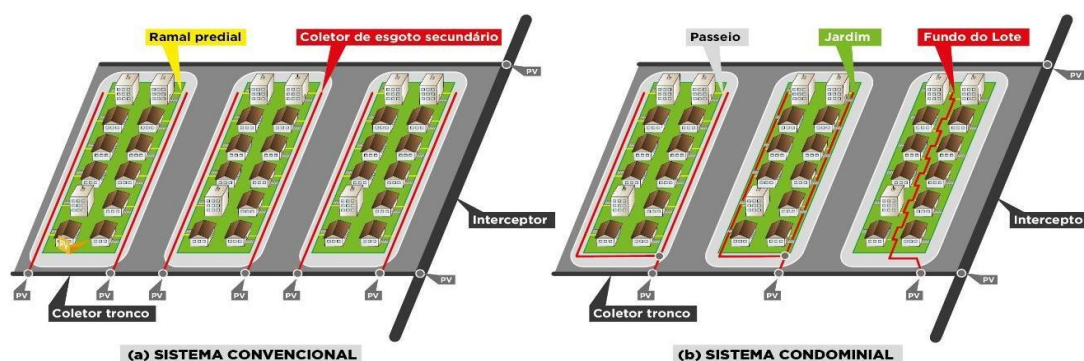
Um dos principais desafios para expandir os serviços de esgoto às camadas sociais de baixa renda nas cidades brasileiras é o paradigma técnico que tem sido historicamente adotado no setor. Esse enfoque, estritamente técnico, se distancia da realidade das comunidades carentes, não atendendo adequadamente à função social de oferecer soluções apropriadas para os problemas da sociedade (Lobo, 2003, p.45).

De maneira geral, o sistema convencional apresenta duas características marcantes: a individualização da coleta em cada edifício, que requer uma extensa rede coletora por todas as ruas, e a tendência de concentrar o processamento final, resultando na necessidade de estruturas de transporte caras. Como consequência dessa abordagem, surgem altos custos de implementação, enormes dificuldades na construção e uma inflexibilidade que não considera a realidade das cidades e de seus operadores (Melo, 2008, p.25).

Outras desvantagens são apontadas por Melo (2008, p.25), como a necessidade de corte e reposição de pavimentos, os gastos com escoramentos (que garantem a estabilidade de valas mais profundas), uma maior chance de encontrar lençol freático, e que ele exija rebaixamento, a presença de rochas que requerem esforços adicionais para desmonte ou até mesmo o uso de explosivos. Além disso, há interferências com outras obras de infraestrutura que frequentemente demandam uma conciliação que é, na maioria das vezes, desconfortável e dispendiosa.

Em contrapartida, o modelo condominial, por sua vez, apesar de relativamente novo no setor de saneamento do Brasil, foi desenvolvido como alternativa viável aos esgotos convencionais, onde são caracterizados por materiais baratos, escavações rasas, pequenos diâmetros e declives modestos (Nance, 2005, p.3).

Figura 31 - Arranjo de um sistema de esgotamento sanitário convencional e condominial.



Fonte: Maykell Guimarães.

Melo (2005) diferencia o sistema convencional do condominial com base em dois Conceitos-chave:

1. O modelo realmente transforma a unidade à qual o serviço é disponibilizado. Enquanto os sistemas tradicionais basicamente oferecem serviços para cada residência individual, os sistemas condominiais disponibilizam serviços para cada bloco habitacional ou qualquer conjunto de moradias que possa ser considerado uma unidade de vizinhança ou “condomínio”. Há uma alteração na extensão necessária da rede, o que reduz significativamente em relação ao de um sistema tradicional, onde passa a ser necessário apenas garantir um único ponto de conexão em cada quarteirão da cidade.
2. Refere-se ao estabelecimento de uma inter-relação muito mais próxima entre prestadores de serviços e consumidores, incentivando ambas as partes a chegarem a um consenso para facilitar a expansão do serviço e a adaptação às necessidades e limitações locais. Dessa forma, o condomínio se torna não apenas uma unidade física de prestação de serviços, mas uma unidade social que promove decisões coletivas e organiza ações comunitárias. Os membros do condomínio devem escolher o modelo adequado do serviço condominial e se comprometer com ações complementares que vão desde a educação em saúde até a participação ativa no processo de construção e/ou manutenção.

No entanto, ao contrário de Melo (2005), Moraes (2000, p.2), os diferencia com base em aspectos econômicos, topográficos e urbanísticos. Onde no Sistema Separador Absoluto a rede de esgoto segue o contorno das ruas, abrangendo todas as quadras, com cada casa conectando-se de forma individual a essa rede (FSESP, 1987, conforme Moraes, 2000, p.2).

Em contrapartida, o Sistema Condominial (SCE) busca o esgoto diretamente na sua origem: no fundo do terreno, na frente dele ou na calçada. Em regiões com relevo irregular, alta densidade populacional e ocupação caótica, o SCE se torna uma alternativa viável. As principais características desse sistema incluem: custo reduzido; adaptação às condições socioambientais das comunidades; e envolvimento da população em todas as fases do projeto (planejamento, execução, operação e manutenção).

A seguir, é possível observar melhor por meio do quadro 5, o comparativo resumido entre os dois sistemas abordados anteriormente.

Quadro 5 - Comparativo entre os sistemas convencional e condominial de coleta e transporte de esgoto sanitário.

QUADRO COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS CONVENCIONAL E CONDOMINIAL DE COLETA E TRANSPORTE DE ESGOTO SANITÁRIO.		
ITEM	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA CONDOMINIAL
GRADIENTE TOPOGRÁFICO	NEM SEMPRE ACOMPANHA A TOPOGRAFIA.	PROCURA SEMPRE ACOMPANHAR AS CURVAS DE NÍVEL.
UNIDADE DE FORNECIMENTO DO SERVIÇO	UNIDADES HABITACIONAIS.	BLOCO HABITACIONAL OU "CONDOMÍNIO".
QUALIDADE DOS SERVIÇOS	CONTROLADA PELA PRESTADORA DE SERVIÇOS.	NÃO HÁ REGISTROS, CONTUDO, PODE OCORRER FALTA DE MANUTENÇÃO DO SISTEMA POR PARTE DE UM USUÁRIO (DELEGAR RESPONSÁVEL).
CONEXÕES DOMICILIARES	PERPENDICULARES À REDE.	RAMAIS CONDOMINIAIS PARALELOS AOS BLOCOS RESIDENCIAIS, ANEXOS AS CAIXAS DE INSPEÇÕES.
CONTRIBUIÇÃO DE ESGOTO À REDE PÚBLICA	CONTRIBUIÇÕES DISTRIBUÍDAS UNIFORMEMENTE AO LONGO DA EXTENSÃO DA REDE.	CONTRIBUIÇÕES NA MAIORIA DAS VEZES CONCENTRADAS EM UM ÚNICO PONTO (BLOCO).
PROCESSO PARTICIPATIVO	NÃO EXISTE.	RELAÇÃO PRÓXIMA ENTRE PROVEDORES DE SERVIÇOS E USUÁRIOS, UMA VEZ QUE ESTES PODER E DEVEM PARTICIPAR DE TODAS AS ETAPAS DO PROJETO.
ADEQUAÇÃO À REALIDADE SOCIOAMBIENTAL DA POPULAÇÃO	NÃO PROCURA SE ADEQUAR.	PROCURA SE ADEQUAR, UMA VEZ QUE HÁ OPÇÃO DE PAGAMENTO DE TARIFAS DE SERVIÇOS MENORES.
EDUCAÇÃO AMBIENTAL	NÃO É PREVISTA EDUCAÇÃO AMBIENTAL.	NECESSITA EDUCAÇÃO AMBIENTAL, UMA VEZ QUE O USO INDEVIDO DE UM USUÁRIO PODE CAUSAR O BLOQUEIO DO SISTEMA VIZINHO.
TRAÇADO DA REDE COLETORA	CONTORNA TODAS AS QUADRAS, POR MEIO DA VIA URBANA.	CERCA TODAS AS QUADRAS, TANGENCIANDO A VIA EM UM SÓ PONTO.

Fonte: Adaptado de Viviane Mezzomo (2019)

CONTINUAÇÃO - QUADRO COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS CONVENCIONAL E CONDOMINIAL DE COLETA E TRANSPORTE DE ESGOTO SANITÁRIO.		
ITEM	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA CONDOMINIAL
ORGANIZAÇÃO URBANÍSTICA	NÃO SE ADAPTA BEM À DESORGANIZAÇÃO URBANÍSTICA.	SE ADAPTA À DESORGANIZAÇÃO URBANÍSTICA.
LOCALIZAÇÃO DA REDE COLETORA	SOB CALÇADAS E VIAS PÚBLICAS.	SOB CALÇADAS, JARDINS OU QUINTAIS.
TARIFA DE SERVIÇO	MAIS CARO, PELA EXISTÊNCIA DE UMA TARIFA INTEGRAL ESTABELECIDA PELA PRESTADORA DE SERVIÇOS.	TAXAS INFERIORES, AOS RAMAIS DE CALÇADA, PONDENDO AINDA REDUZI-LA AO ESCOLHER POSICIONAR O SEU RAMAL DENTRO DO SEU LOTE, HAJA VISTA A RESPONSABILIDADE PELA IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DESTE POR PARTE DO USUÁRIO, SENDO COBRADA UMA TARIFA INFERIOR À PRESTADORA DE SERVIÇOS.
PROFUNDIDADE MÍNIMA DE ASSENTAMENTO	NBR 9649/1986: MÍNIMO DE 0,90 M NO LEITO CARROÇÁVEL; MÍNIMO DE 0,65 M NO PASSEIO.	NBR 9649/1986: MÍNIMO DE 0,90 M NO LEITO CARROÇÁVEL; MÍNIMO DE 0,65 M NO PASSEIO; MELO (2008): MÍNIMO DE 0,30 M NO INTERIOR DE LOTE.
ESCAVAÇÕES PARA ASSENTAMENTO DA REDE PÚBLICA	POR CONTORNAR TODAS AS QUADRAS E NEM SEMPRE SEGUIR AS CURVAS DE NÍVEL, EXISTE UM APROFUNDAMENTO DEMASIADO DA REDE.	POR TANGENCIAR OU TOCAR CADA QUADRA EM APENAS UM PONTO E POSSUIR MAIOR LIBERDADE DE SEGUIR AS CURVAS DE NÍVEL, HÁ MENORES CHANCES DE OCORRER O APROFUNDAMENTO DEMASIADO DA REDE, EXIGINDO ESCAVAÇÕES MAIS RASAS.

Fonte: Adaptado de Viviane Mezzomo (2019)

2.9 Software de Modelagem Cesg ®

Analisando o trabalho excessivo desempenhado no cálculo manual do esgotamento sanitário, mesmo para redes simples de pequenas comunidades, percebeu-se a necessidade de automatização desse processo através da utilização de softwares. Desse modo, desenvolvido pelo Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica para Tubos e Conexões Tigre Ltda surge como solução o CEsg ®. Onde, além de solucionar o foco principal para seu desenvolvimento, dimensionar pequenas redes comunitárias, passou a ser utilizado para concepções mais complexas de redes urbanas de esgotamento sanitário seguindo as normas estabelecidas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). A seguir, é possível estabelecer os dados mínimos necessários para execução da modelagem, que são:

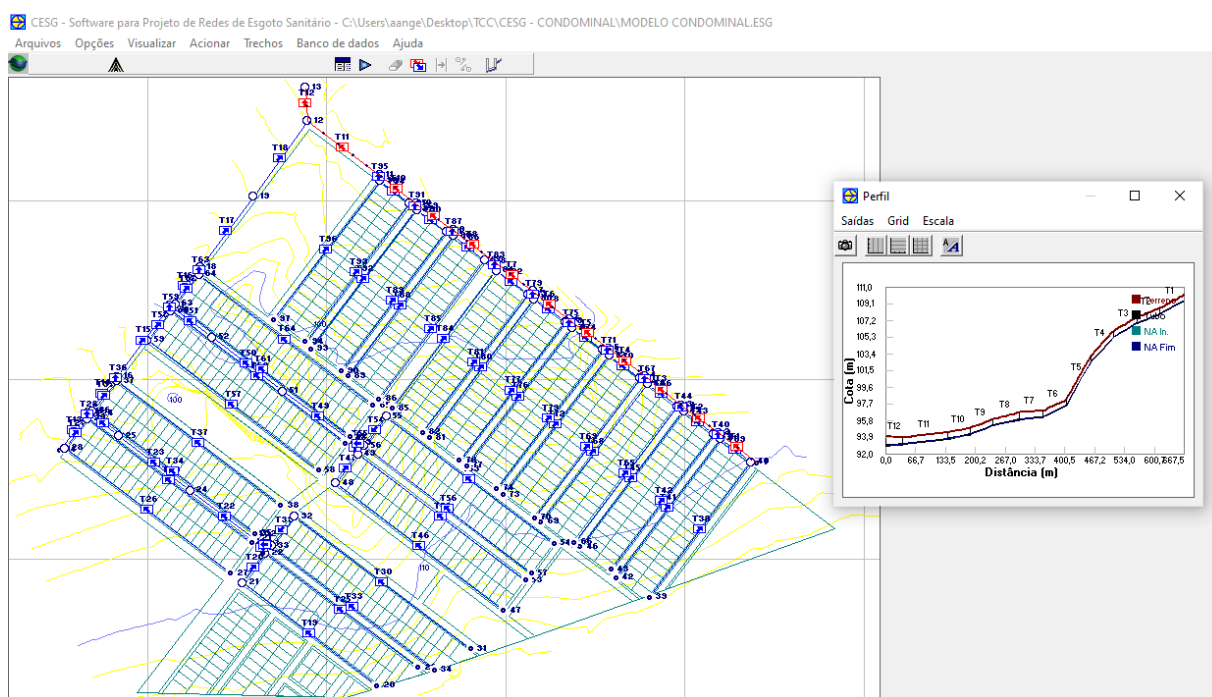
- Topografia da área: deve ser preparada em arquivos tipo DXF contendo apenas as curvas de nível da área necessária (Importante conferir se a altitude – eixo Z está representado na propriedade de cada curva presente no arquivo).
- Traçado viário: também deve ser exportado a partir de um arquivo tipo DXF (Necessário importar em camadas distintas, ruas, calçadas, quadras e lotes);
- Dados de projeto: população de início e fim de plano, consumo per-capita, coeficiente de retorno, coeficientes de consumo K1 (coeficiente do dia de maior consumo) e K2 (coeficiente da hora de maior consumo do dia de maior consumo);
- Critérios de projeto: valores normalizados para taxa de infiltração, declividade e velocidade limite e profundidade máxima;

Figura 32 - Dados Gerais para Dimensionamento de Esgotos

Fonte: Cesg® (2010)

No entanto, vale ressaltar ainda a completude de utilidades fornecidas por ele, onde após feito o traçado e inserido os dados referentes a sua localidade, planilhas de dimensionamento, quantitativos e estimativas de custos compatíveis com o Excel (Planilha de resultados) são oferecidas ao usuário. Além disso, apesar de um software gratuito, sua interface é bastante intuitiva e de fácil compreensão, as plantas (traçado da rede) e (perfil de elevação) podem ser exportadas para o AutoCAD facilmente no formato (.dxf).

Figura 33 - Traçado da Rede e Perfil de Elevação



Fonte: Cescg® (2010)

3 METODOLOGIA

3.1 Área de Estudo

De acordo com a Lei Nº 6.766, de 1979, define-se loteamento como “a subdivisão de gleba em lotes destinados a edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes”. Assim, como informado respectivamente nos Itens 1 e 2 do Tópico 2.5, “anterior a elaboração do projeto faz necessário reunir dados gerais sobre a população (localização, infraestrutura existente (se existir) e as condições sanitárias), bem como a realização de estudos topográficos e de uso e ocupação do solo” (Alem Sobrinho; Tsutiya, 2000).

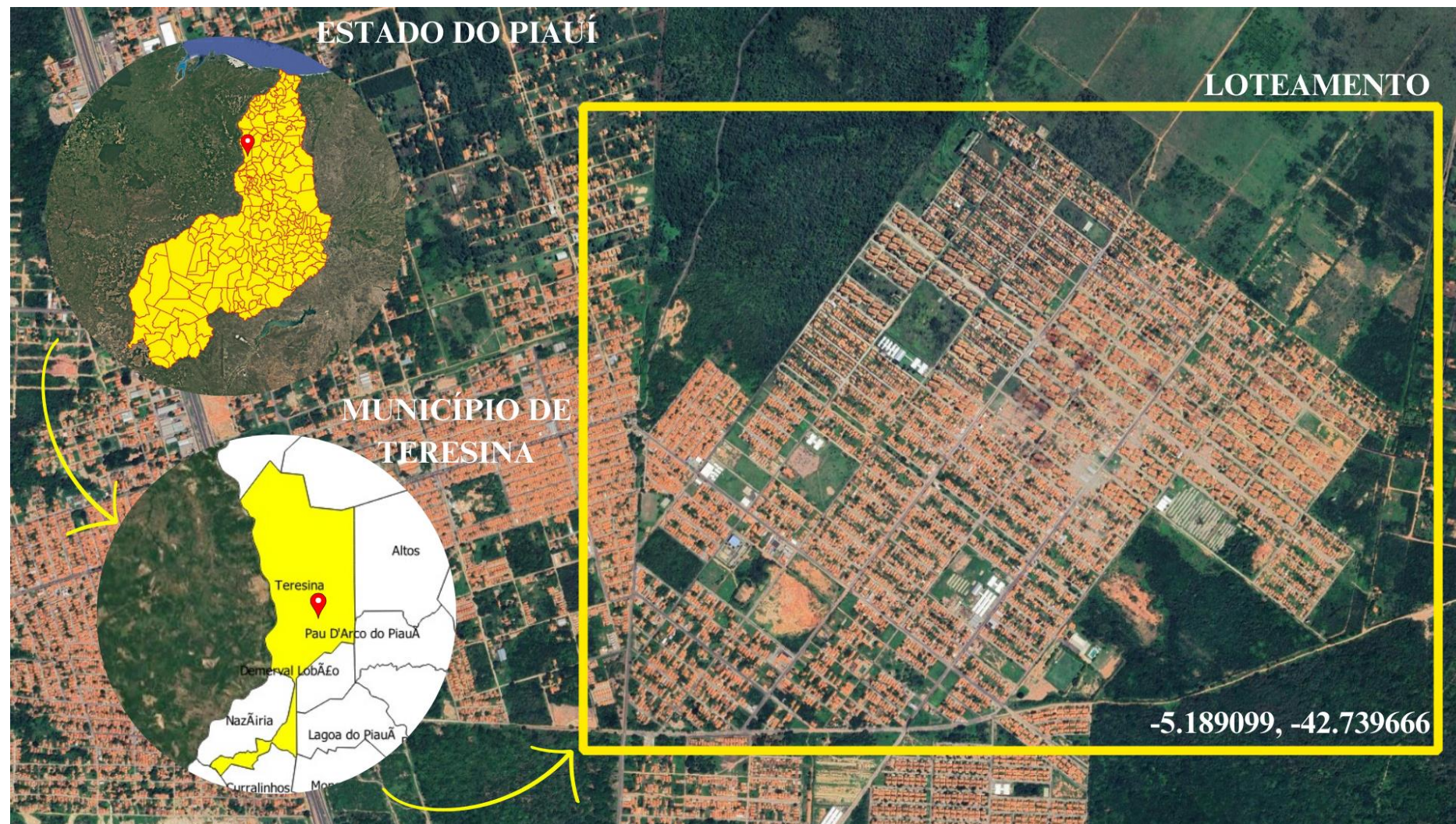
3.1.1 Georreferenciamento do Loteamento

Conforme mencionado por Costa (2018) e Oliveira Júnior (2018), em épocas anteriores à utilização do georreferenciamento, diferentes instrumentos foram empregados para ajustar a localização, realizar mapeamento, efetuar zoneamentos e monitorar as terras. Ademais, essas ferramentas contribuíram para definir limites e assegurar a conformidade das propriedades, o que tornou mais simples a formulação e a execução de políticas públicas voltadas ao uso e ocupação do solo.

Inicialmente, buscou-se compreender o conceito do georreferenciamento e a necessidade de sua aplicabilidade para o estudo em questão. Nesse sentido, foi possível observar o georreferenciamento como um dos processos que tem demonstrado segurança e confiabilidade no suporte principal ao atender as vigências em lei que tendem à novas mudanças bem como a equidade nos parâmetros e diretrizes legais para loteamentos em geral (TJ -PI, 2023).

Assim, o georreferenciamento apresenta-se como parte importante ao situar, localizar, por meio de coordenadas, os objetos em meio ao espaço pertencente. Nesse trabalho, foi utilizado o software QGIS (Quantum GIS), para a Coleta (Reambulação) e edição de dados geoespaciais com intuito de obter a representação da disposição do loteamento, quadras e vias, em macro e microlocalização, servindo assim de embasamento para o loteamento semi-existente, objeto de estudo deste trabalho. A seguir, é possível observar na Figura 34 a importância do tópico abordado acima.

Figura 34 - Mapa do Loteamento Semi-Existente utilizado como referência para a área de Estudo



Fonte: Autor (2024)

3.1.2 Elementos Geográficos e Topográficos do Loteamento

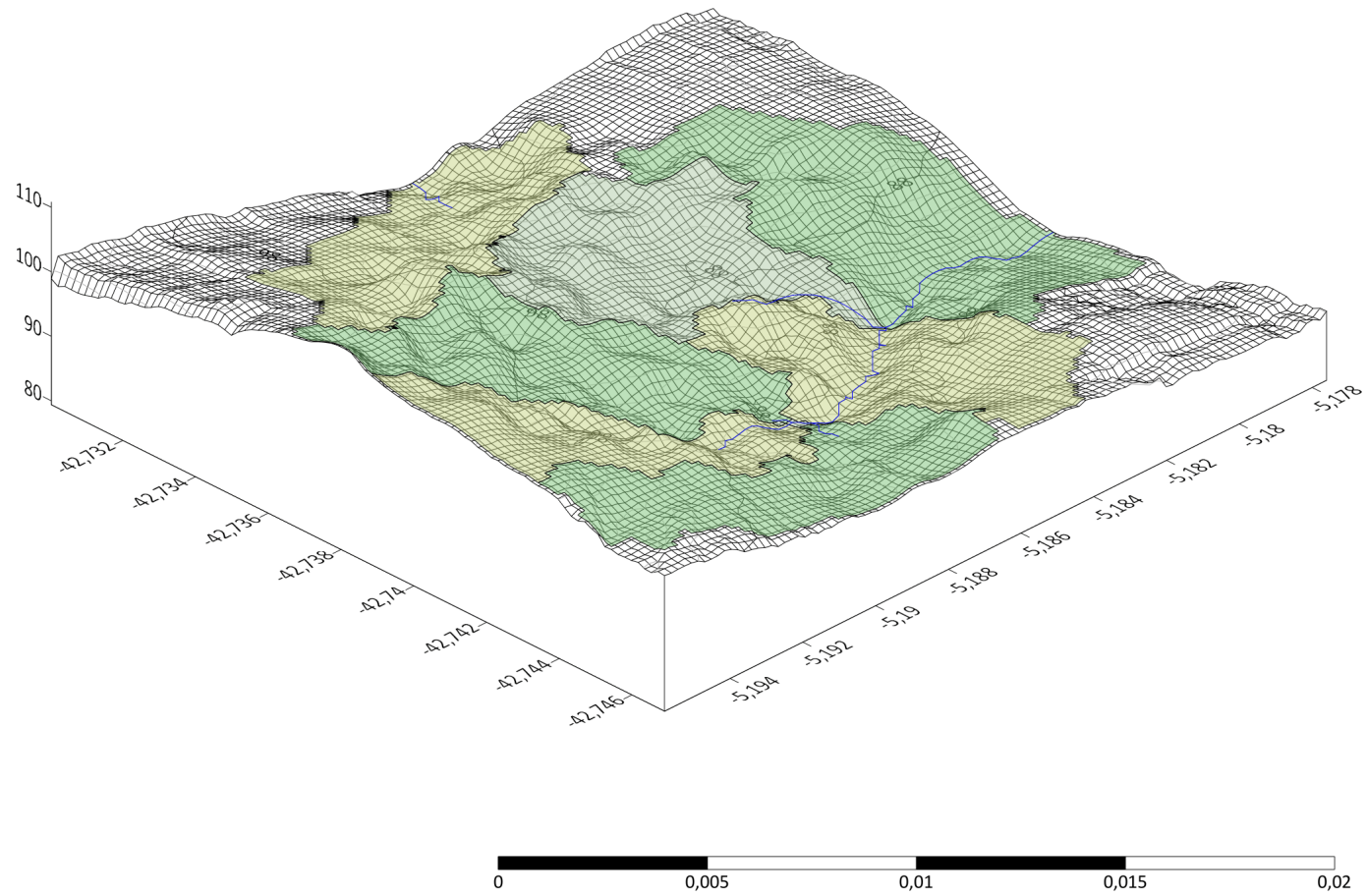
Após o georreferenciamento da área de estudo, buscou-se estabelecer as suas condições geográficas e topográficas. Onde, observa-se a sua disposição integral dentro dos limites territoriais do município de Teresina, capital do Estado do Piauí. Com uma área irregular de 1.392 km² de extensão, Teresina fica localizada no Centro-Norte do Estado e possui uma população predominantemente urbana, com aproximadamente 95% do total, e uma população rural de 5,0% como principais características sociodemográficas do município (IBGE,2022).

Ademais, o clima tropical semiúmido com duas estações características: o período das chuvas (que ocorrem no verão e outono) e o período seco (que ocorre no inverno e primavera), propiciam temperaturas mínimas e máximas de 20°C e 35°C respectivamente (IBGE,2022). Os solos da região compreendem principalmente plintossolos álicos de textura média, solos podzólicos vermelho-amarelos, plínticos e não plínticos com transições vegetais e secundariamente, solos arenosos essencialmente quartzosos, profundos, drenados, desprovidos de minerais primários, de baixa fertilidade (EMBRAPA, 2006).

A respeito da situação topográfica, apesar da capital localizar-se em média a 72 metros do nível do mar, é possível analisar a área de estudo por meio do viés prático, onde é observada a distinta variação de altitude em toda a sua demarcação. Com trechos que variam desde as cotas de 113,00 m a 94,00m, foi observada a possibilidade de execução do projeto sem a implementação de Estações Elevatórias de Esgoto (EEEs), o que propicia uma desoneração inicial para a execução do projeto, seja ele convencional ou condominial.

Em seguida, buscou-se os pontos com a maior cota, 113,139 m e 112,636 m, bem como a menor cota, 94,00 m, com intuito de observar o sentido de escoamento e a viabilidade econômica para o traçado futuro dessa rede, o que pode ser melhor visualizado na figura 38. Assim, ao fim de todas as análises técnicas, conseguiu observar-se o cumprimento das etapas iniciais e assim foi possível prosseguir para a concepção do sistema de esgotamento na região.

Figura 35 - Mapa Topográfico da Área de Estudo



Fonte: Autor (2024)

3.2 População Inicial e Final (Existente)

Inicialmente, é importante reiterar o tópico 2.6.1 supracitado, onde informa-se a ausência na necessidade de cálculo de população futura, haja vista, tratar-se de um loteamento semi-existente (NBR 9648).

Para o cálculo da População Inicial (P_i) é necessário inicialmente, contabilizar a quantidade de lotes existentes nesse loteamento, em seguida utilizar a população média e através desses fatores realizar o produto do mesmo onde, tem-se:

$$P_i = \text{Número de lotes} \times \text{Número de habitantes/lote} \quad (28)$$

Atribuindo o número de 5 habitantes por lote, obtém-se o seguinte resultado:

Quadro 6 - Cálculo da População de Projeto

CÁLCULO POPULAÇÃO INICIAL E FINAL			
Número de Lotes	NL	743,00	
Hab/Lote	HAB	5,00	
Pop. Início de plano (hab)	[P_i]	3715,00	hab
Pop. Final de plano (hab)	[P_f]	3715,00	hab

Fonte: Autor (2024)

3.3 Consumo médio per capita (q)

Como informado no item 2.6.2, o consumo per capita é uma ferramenta importante para o planejamento estratégico, pois permite a otimização do projeto, garantindo uma maior segurança na etapa de projeto (Além Sobrinho; Tsutiya, 2000). Nesse trabalho, buscou-se no Quadro 2 um valor estimado de acordo com o porte da comunidade e a faixa de população local, localizado na faixa de com menos de 5.000 habitantes, e o consumo podendo variar de 90 a 140 l/dia, definiu-se o valor de $q = 140$ l/dia para o projeto.

3.4 Coeficiente de Retorno (C)

Compreendendo o coeficiente de retorno (C) como a relação média entre o volume de esgoto produzido e de água efetivamente consumida que retorna às tubulações. Vale ressaltar a sua extrema importância para fins de elaboração (Nuvolare et al., 2011).

Como visto o tópico 2.6.3, observando a inexistência de fontes confiáveis de pesquisa em relação a outras fontes de abastecimento, como poços advindos do lençol freático, contribuições de indústrias, hospitais e demais instituições na área de estudo utiliza-se de acordo com a norma brasileira NBR 9649 (ABNT, 1986), o valor de $C = 0.8$, ou seja, a cada 100L de água consumidas nessa situação, 80L retornam em forma de efluente para tratamento em uma ETE.

3.5 Coeficientes de Variação da Vazão

Neste trabalho utilizou-se os coeficientes sugeridos em norma, para K_1 que é o coeficiente de máxima vazão diária, e K_2 o coeficiente de máxima vazão horária os valores de 1,2 e 1,5 respectivamente (NBR 9649, 1986).

3.6 Taxa de Infiltração

Conhecendo a sua definição como a taxa na qual a água adentra o solo, expressa em termos de lâmina, ou seja, cm/h, mm/s etc. Após análise das condições locais como: caracterização do subsolo, altura do nível de água do lençol freático, e no contexto de redes coletoras de esgotos sanitários, adotou-se seguindo a NBR 9649 (ABNT, 1986) o valor de 0,5 L/s/Km para cálculo do projeto.

3.7 Declividade Mínima

Com intuito de garantir a autolimpeza das tubulações ao menos uma vez ao dia, a partir do início do plano, esse trabalho seguiu parâmetros pré-estabelecidos em norma, pela NBR 9649 (ABNT, 1986), onde considerou-se um coeficiente de Manning com $n = 0,013$, garantindo ainda que a declividade a ser empregada proporcione uma tensão trativa média igual ou acima de 1,0 Pa.

3.8 Lâmina d'água

Seguindo as diretrizes da NBR 9649 (ABNT, 1986) todos os coletores do presente trabalho executaram o serviço com uma lâmina d'água máxima equivalente a 75% do diâmetro da tubulação.

3.9 Vazão de Projeto

Em prosseguimento a concepção do projeto, de acordo com Tsutiya e Sobrinho (1999), para calcular a taxa de fluxo de esgoto, é necessário levar em conta a população da região de

projeto, a contribuição per capita, o coeficiente de retorno, os coeficientes de variação, as águas de infiltração. Sendo assim, apresentou-se o seguinte resultado:

Quadro 7 - Cálculo das Vazões de Projeto

Q doméstica inicial (L/s)	[Qdi]	7,2236111	L/s
Q doméstica final (L/s)	[Qdf]	8,6683333	L/s

Fonte: Autor (2024)

3.10 Contribuição de Esgoto

Entende-se como contribuição de esgoto o cálculo da vazão dos trechos, a qual, assegura-se que durante todo o percurso da rede coletora, existirá contribuição de efluentes (Pereira e Silva, 2018).

Para o modelo Convencional, foi utilizado T_{xi} (L/s/m) = 0,001680232 e o T_{xf} (L/s/m) = 0,001916279, onde após o produto pelo comprimento total da tubulação (m) obteve-se:

Quadro 8 - Cálculo da Vazão de Contribuição do Esgoto

Obs.: Q_esp_inicio/final -> Taxa de contribuição linear (Tx) pelo comprimento total da rede	Qesi	10,283861	L/s
	Qesf	11,728583	L/s

Fonte: Autor (2024)

No entanto, para o modelo convencional, as contribuições de esgoto são mais bem percebidas quando expressas em equivalentes da vazão produzida, referência essa a economia de consumo de referência (Melo, 2008). Assim obteve-se o $Q_{esg} = 0,011666667$ L/s.

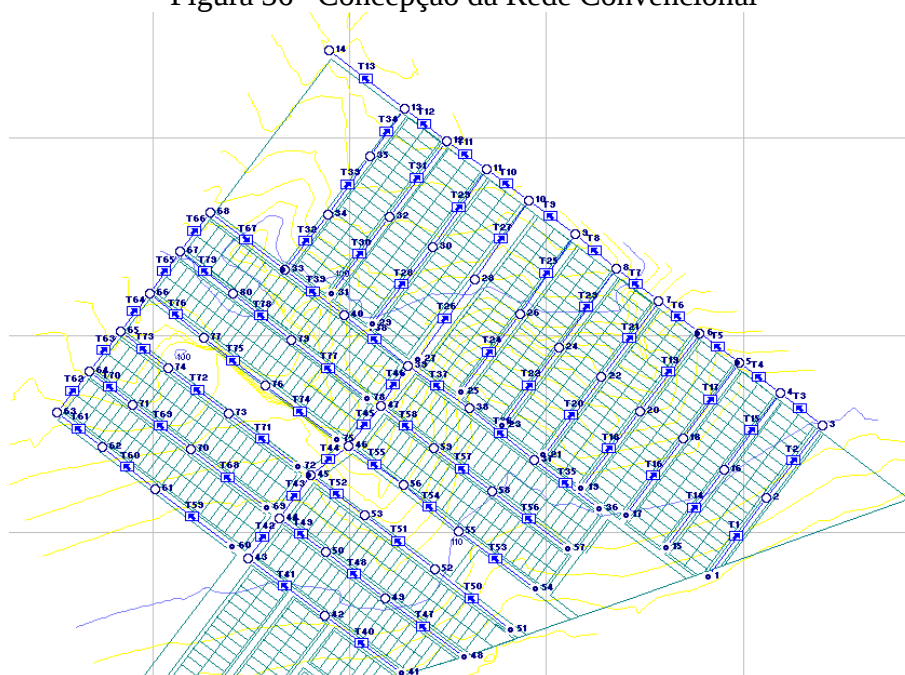
3.11 Modelagem No Software Cesp®

Após o estabelecimento dos parâmetros, utilizou-se o software Cesp® para a obtenção da configuração final das redes coletoras no modelo Convencional e Condominial.

Inicialmente, buscou-se traçar o ramado convencional do tipo separador absoluto, onde, o esgotamento sanitário é totalmente separado da drenagem de águas pluviais (Von Sperling, 2005). Para isso, buscou-se a concepção baseada no modelo Distrital e Radial, onde cidades com terrenos com topografia equitativamente próxima, necessitam de pontos baixos em cada setor, sendo eles independentes entre si, havendo ainda, a necessidade de recalque e estações elevatórias de esgoto.

No entanto, ao executar os cálculos no software, constatou-se profundidades atingindo valores equivalentes a 12,0m, o que ultrapassa em aproximadamente 3 vezes o mínimo estabelecido em norma, com isso, tornou-se necessário, na segunda tentativa, analisar os trechos que possuíam ação direta e indireta nas elevadas profundidades do projeto. Com isso, constatou-se a necessidade de alteração no fluxo, em especial nos trechos (T3-2), (T4-2) e (T5-2) no traçado apresentado na figura 36. Desse modo, após execução da nova concepção, com a inversão dos fluxos da porção superior do loteamento constatou-se o cumprimento de todos os fatores mínimos, assim adotando-a como a solução convencional para a área de estudo.

Figura 36 –Concepção da Rede Convencional



Fonte: Autor (2024)

Posteriormente, com a conclusão do traçado do sistema convencional, necessitou-se o estudo de concepções para o sistema condominial (haja vista, o sentido do fluxo, modelo e a topografia do terreno). Nesse sentido, optou-se pelos ramais condominiais de passeio ou calçada, com intuito de gerar uma menor mobilização, o que consequentemente evitaria contratempos aos lotes já habitados.

Assim, ao fim da primeira concepção obteve-se êxito parcial, afinal para fins econômicos teria acréscimos notórios, por possuir uma maior extensão de rede que não influenciaria diretamente na completude do sistema, apenas em aumento de movimentos de terra, quantidades de tubulação e outros fatores econômicos.

Tendo em vista, essa questão, estudou-se soluções práticas, que contribuíssem futuramente com a desoneração do modelo a ser adotado. Assim, e entendendo a necessidade

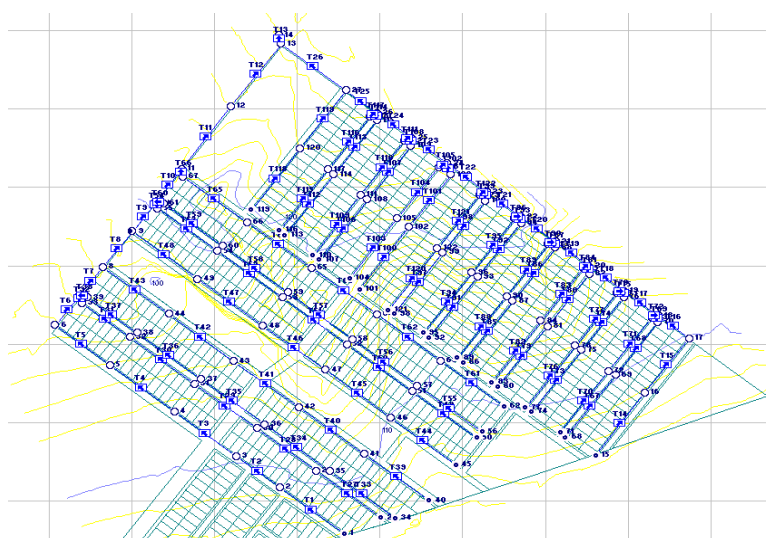
de justificativa para adoção de recobrimentos menores que o mínimo (NBR 9649/1986, 5.2.8) para a nova concepção, elas serão explicadas a seguir:

JUSTIFICATIVAS:

1. Estima-se pouco fluxo local, por trata-se de um loteamento em área urbana, mas com caráter rural, onde as cargas externas (fluxo de pessoas, veículos) não serão subdimensionadas, com essa redução do recobrimento. Tal justificativa se relaciona com a (NBR 9649/1986).
2. Será garantido seu leito de assentamento tanto nas calçadas quanto nas vias, a distância entre os 8 trechos de 14 metros entre quadras, representam uma distância total de apenas 112 metros, o que comparada aos 1.274 metros suprimidos, apresentam uma redução econômica de aproximadamente 10% em tubos e conexões se comparada ao necessário nessa nova concepção, o que alia uma melhor proposta técnica e econômica se tratando de poder público. Item importante e já referenciado nas Orientações e Jurisprudência do TCU para licitações e contratos, “O critério de julgamento de técnica e preço deve ser utilizado quando a avaliação e a ponderação da qualidade técnica das propostas que superarem os requisitos mínimos estabelecidos no edital forem relevantes aos fins pretendidos pela Administração.”

Nesse sentido, após as justificativas técnicas e econômicas, optou-se por adotar a concepção a seguir como o Modelo Condominial de esgotamento para a área de estudo, assim concluindo essa etapa da pesquisa.

Figura 37 - Concepção do modelo Condominial



Fonte: Autor (2024)

3.12 Estudo de Quantitativos e Custos

A seguir será exemplificado o processo de definição de quantitativos e custos utilizados nesse estudo de caso. Entendendo-se ainda que o software disponibiliza boa parte dos resumos de quantitativos empregados, algumas adequações precisam ser informadas.

3.12.1 Serviços Preliminares

Nessa primeira etapa, observou-se para o cadastro dos lotes a padronização dos 743 lotes com áreas de 200 metros quadrados, totalizando 148.600,00 metros quadrados para ambos os modelos, bem como extensão total de 6.120,50 metros da rede para o sistema convencional e 8.765,60 metros para a condominial necessárias para o levantamento topográfico da região e a locação das redes de esgoto.

3.12.2 Movimentos de Terra

Tento em vista o volume de material localizado nas faixas de 0 a 2 metros e na faixa de 2 a 4 metros, adotou-se a escavação de materiais de 1ª e 2ª Categoria para o projeto. Vale ressaltar ainda, que nem todo esse volume de escavação é feito de maneira mecanizada, assim, adotou-se para os materiais de 1ª categoria uma relação direta, cujo 15% do volume escavado será executado de maneira manual.

3.12.3 Escoramento

Os quantitativos de Escoramento dos tipos contínuo, descontínuo, especial e pontaleamento são descritos no memorial de quantitativos do próprio software.

3.12.4 Fundações e Estruturas

Nessa etapa do orçamento, buscou-se trabalhar com preparo de fundo de vala para toda a extensão da rede, por ter seu quantitativo discriminado em M2, foi necessário trabalhar com a extensão total da rede multiplicada pela largura das valas, assemelhando-se ao quantitativo de reconstituição dos pavimentos superiores.

No entanto, de modo a facilitar o desenvolvimento do projeto de esgotamento o quantitativo dos poços de visita é descrito no memorial de quantitativos do próprio software.

3.12.5 Fornecimento de Tubos e Conexões

Os quantitativos de tubos e conexões são apresentados no memorial de quantitativos do software, no entanto, para as ligações residenciais, do modelo convencional, admitiu-se ainda

o cálculo de tubulação empregada nas ligações domiciliares no sistema, onde é e necessária a interligação da caixa de inspeção até o coletor tronco localizado no centro da via. Assim, admitiu-se a necessidade de 4,00 metros para a ligação em cada um dos 743 lotes existentes, desse modo totalizando 2972,00 metros de tubulação além das previstas no memorial de cálculo para a rede coletora.

3.12.6 Transporte de Tubos

Para o quantitativo utilizado nos serviços de transporte de tubulações, utilizou-se do mesmo já apresentado anteriormente no tópico 3.12.5, sendo utilizado pelo fato dos serviços de fornecimento, transporte e assentamento não estarem contidos em uma única composição, percebeu-se então a necessidade de tornar fidedigno o orçamento adicionando essa etapa e a posterior.

3.12.7 Assentamento de Tubos

Como relatado anteriormente, para esse item o quantitativo utilizado nos serviços de assentamento de tubulações, assemelha-se ao apresentado anteriormente no tópico 3.12.5.

3.12.8 Caixas de Inspeção

Para o demonstrativo do quantitativo de caixas de ligação para o projeto de esgotamento sanitário, foi utilizada a norma NBR 8160, onde é estabelecido a instalação de caixas de inspeção de forma obrigatória quando houver mudanças de inclinação e ou junção de tubulações enterradas. Desse modo, admitiu-se a necessidade de instalação de caixas de inspeção de esgoto nas calçadas de todos os 743 lotes, notabilizando 743 caixas de inspeções ao logo do projeto.

3.12.9 Demolição e Reconstituição de Pavimentos

Neste penúltimo tópico, é importante recapitular os conceitos referentes aos dois modelos apresentados no trabalho, onde no convencional há a demolição parcial de pavimentos asfálticos, apresentados os quantitativos na planilha do próprio software, bem como para o modelo condominial existe a demolição e restauração do passeio ou calçada.

No entanto, o modelo convencional por depender ainda da ligação domiciliar ao ramal coletor, adotou-se o valor de 4,00 metros para a ligação correta em cada lote, totalizando um valor de 2972,00 metros lineares que ao serem multiplicados pela largura da vala de 0,65 metros tem-se como resultado 1.931,8 metros quadrados, divididos entre 482,95 metros quadrados de

demolição e reconstituição das calçadas e 1.448,85 metros quadrados para a demolição e reconstituição do pavimento asfáltico.

3.12.10 Meio Fio

Nesse tópico, é importante salientar que para o sistema convencional ainda existe o serviço de remoção e reposição de meio-fio, onde primeiramente, buscou-se entender as dimensões usuais desse bloco, onde encontrou-se as seguintes dimensões: base com 15cm, base superior com 12cm, 30cm de altura e 100cm de comprimento. Assim, adotou-se a remoção de uma estrutura para cada lote, totalizando 743 peças que precisam ser removidas para a execução correta das ligações domiciliares.

3.12.11 Quadro de Quantitativos geradas pelo CESG®

Como já informado nos tópicos anteriores o software CESG® gera uma planilha de quantitativos, os quais foram utilizados para o cálculo orçamentário em questão, desse modo, é possível observar respectivamente nos quadros 9 e 10 os valores referentes a rede coletora convencional e condominial.

Quadro 9 - Quantitativos Para a Implementação da rede coletora do Sistema Convencional

Trechos:	Quantidade	Unidade
PVC vinilfort Tigre - NBR7362 - ø100	5661,00	m
PVC vinilfort Tigre - NBR7362 - ø150	362,50	m
PVC vinilfort Tigre - NBR7362 - ø200	97,00	m
Poços de Visita e similares:		
Poço de Visita (PV)	55,00	un
PV com tubo de queda (TQ)	4,00	un
Comprimento dos Tubos de queda:	5,40	m
Reconstituição de Pavimentos:		
Pavimentação Asfáltica	4050,20	m ²
Escoramento:		
Contínuo	525,50	m ²
Descontínuo	793,90	m ²
Especial	707,60	m ²
Pontalete	438,80	m ²
Sem escoramento	10923,60	m ²
Acessórios:		
Curva PVC 90° diam. 100 mm:	21,00	un
Tampao PVC diam. 100 mm:	21,00	un
Volume Escavação:		
0 a 2 m:	4434,57	m ³
2 a 4 m:	15,12	m ³
4 a 6 m:	0	m ³
Acima de 6m:	0	m ³
Volume Total:	4449,69	m ³
Volume de Reaterro:	4395,77	m ³

Fonte: Autor (2024)

Quadro 10 - Quantitativos Para a Implementação da rede coletora do Sistema Condominial

Trechos:	Quantidade	Unidade
PVC vinilfort Tigre - NBR7362 - ø100	8444,10	m
PVC vinilfort Tigre - NBR7362 - ø150	311,80	m
PVC vinilfort Tigre - NBR7362 - ø200	11,30	m
Poços de Visita e similares:		
Poço de Visita (PV)	91,00	un
PV com tubo de queda (TQ)	4,00	un
Comprimento dos Tubos de queda:	4,30	m
Reconstituição de Pavimentos:		
Passeio e ou calçada	5745,00	m ²
Escoramento:		
Descontínuo	1470,40	m ²
Especial	340,40	m ²
Sem escoramento	12502,60	m ²
Acessórios:		
Curva PVC 90° diam. 100 mm:	28,00	un
Tampao PVC diam. 100 mm:	28,00	un
Volume Escavação:		
0 a 2 m:	4692,08	m ³
2 a 4 m:	0,00	m ³
4 a 6 m:	0,00	m ³
Acima de 6m:	0,00	m ³
Volume Total:	4692,08	m ³
Volume de Reaterro:	4619,89	m ³

Fonte: Autor (2024)

3.13 Ajustes feitos no Orçamento

Por último, após inserir os dados referentes aos quantitativos dos serviços caracterizados acima, observou-se, composições e insumos referentes aos mesmos serviços, no entanto com divergência de valores, os quais para fins orçamentários representam um grande problema. Nesse sentido, buscou-se soluções para a questão com intuito de realizar um orçamento fidedigno e condizente com a realidade do estado do Piauí.

No entanto, antes é necessário entender conceitos e aplicações de alguns termos, para a melhor compreensão desse tópico, o que será feito a seguir. Primeiramente, bases de preços orçamentárias são referências utilizadas para estimar os custos de uma obra. Elas consistem em listas de preços unitários para diversos itens, materiais e serviços utilizados em suma maioria nos projetos da construção civil (Orçafascio, 2023).

Porém, a compatibilização torna-se uma prática utilizada em geral para padronizar, mão de obra em uma determinada localidade, materiais similares, mas em bases diferentes com preços diferentes e ajustes próprios do orçamentista (Orçafascio, 2023). Assim, optou-se por padronizar a mão de obra para a base do SINAPI – PI, em exceto Operador de Compactador de Placa Vibratória e Técnico cadastro por não apresentarem compatibilização possível para a base em questão, mantendo-as nas suas bases de origem SEINFRA e ORSE respectivamente.

Por último, adotou-se os encargos sociais/leis sociais padronizados para a base do SINAPI – 01/2024 – COM DESONERAÇÃO, adotando-se assim os seguintes valores HORISTA: 84,59% e MENSALISTA: 47,59%. Desse modo, finalizou-se todo orçamento, partindo para a apresentação e discussão dos resultados, item 4 deste estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste item serão apresentados os resultados obtidos, bem como as discussões a respeito dos fatores técnicos e econômicos analisados no comparativo entre o sistema convencional e o condominial, objetos de estudo deste trabalho. Assim, na sequência é possível encontrar: os resultados encontrados nos dimensionamentos hidráulicos, os custos totais de implementação, a análise quantitativa e qualitativa dos resultados, bem como a avaliação final dos sistemas de esgotamento sanitário analisados.

4.1 Traçado da rede coletora

Objetivo desse estudo, os traçados das redes coletoras para ambos os sistemas, utilizaram-se adaptações práticas e econômicas, de forma a respeitar a variação topográfica e assim otimizar a profundidade da rede coletora, aspecto responsável por encarecer a implantação de sistemas de esgotamento.

Desse modo, procurou-se evitar percorrer caminhos desfavoráveis ao escoamento por gravidade, bem como caminhos desnecessários para a coleta de esgotos em cada quadra, tornando o projeto simples, porém efetivo quando comparado ao traçado do sistema convencional. Além disso, o traçado do sistema condominial porocar cerca de 90% de sua rede em regiões de calçadas, evita-se possíveis transtornos à população no aspecto de locomoção pelas vias urbanas, aferindo a preferência por uma pavimentação menos onerosa.

Para Scaramussa, Solange & Henkes, Jairo. (2014) outro fator importante foi o fato da população que, até então, encontrava-se alheia, sem reivindicar participação na solução dos problemas de saneamento, passaram a serem convidadas a participar do processo e consequentemente tornando-se importantes para solucionar o problema.

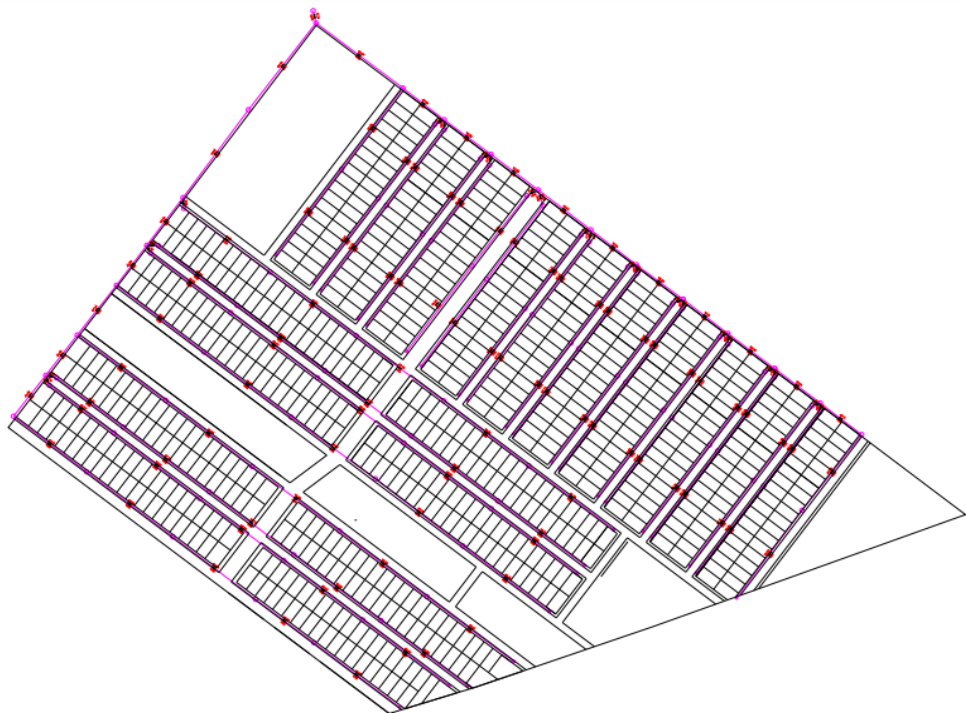
A seguir, é possível comparar os traçados finais e as condições as quais foram desenvolvidas no decorrer do projeto.

Figura 38 - Traçado Rede Convencional



Fonte: Autor (2024)

Figura 39 - Traçado Rede Condominial



Fonte: Autor (2024)

Importante mudança nos traçados é o fato de comparado a outros trabalhos que apresentaram a mesma linha de estudo, foi a substituição de traçados quadra a quadra de forma fechada (Carvalho; L.R, 2016), pela união entre quadras, com intuito de garantir um único sentido e direção para os fluxos domiciliários, o que ocasionou diretamente na diminuição dos poços de visita (PVs) e tubulações ao fim do estudo de concepções do modelo condominial.

4.2 Indicadores de Custo e Comparativos

Aliado aos traçados das redes apresentados acima, outro objetivo desse trabalho, foi compreender os custos reais para a implementação dos dois modelos em uma mesma área, assim, a seguir, buscou-se explicitar em todas as etapas os fatores circunstanciais para redução ou acréscimo, bem como os seus percentuais, a fim de garantir uma melhor compreensão do orçamento, etapas, serviços e todos os fatores que compõem as análises feitas nos tópicos apresentados a seguir.

4.2.1 Serviços Preliminares

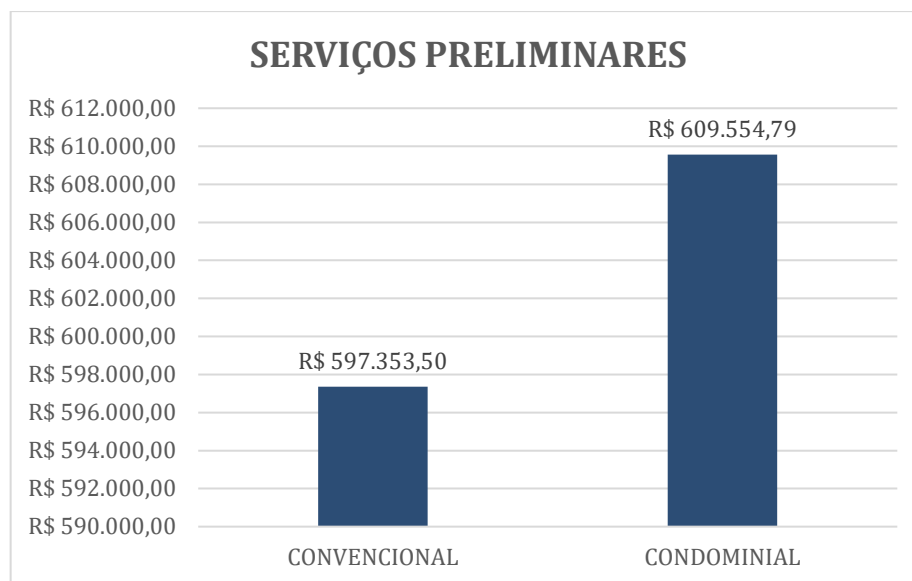
Tendo em vista a área de estudo ser única para as duas implementações, e a quantidade de 743 lotes ser equivalente em ambos os modelos, o cadastro de lotes (terreno e construção), apresentou valores semelhantes, entretanto ao relacionar os quantitativos com o custo de um levantamento topográfico planimétrico de rua (via pública) e a locação de redes coletoras de esgoto e emissários, por demandar uma extensão maior de tubulação, o sistema condominial apresentou custos mais elevados se comparado ao sistema convencional, sendo o segundo cerca de 2% mais barato que o primeiro.

Quadro 11 - Custos dos Serviços Preliminares

SERVIÇOS PRELIMINARES	
CONVENCIONAL	R\$ 597.353,50
CONDOMINIAL	R\$ 609.554,79
DIFERENÇA TOTAL	-R\$ 12.201,29

Fonte: Autor (2024)

Gráfico 1 - Custos os Serviços Preliminares



Fonte: Autor (2024)

Nos serviços preliminares, a mudança de legislação e a obrigatoriedade no cadastro das redes coletoras, apresentou valores semelhantes nos dois modelos bem como no comparativo apresentado em outro estudo acerca dos modelos em dois cenários distintos (Mezzomo, Viviane; 2019).

4.2.2 Movimento de Terra

Inicialmente, vale ressaltar que a diferença do recobrimento mínimo adotado (0,90m para o convencional e 0,65m para o condominial) implica diferenças quantitativas dos serviços que serão nessa etapa, como: escavação manual solo de 1ª cat, escavação de material de 1ª categoria c/ escavadeira hidráulica, escavação de material de 2ª categoria c/ escavadeira hidráulica, apiloamento de piso ou fundo de valas, reaterro c/compactação mecânica e carga, manobra e descarga de entulho em caminhão basculante 10 m³.

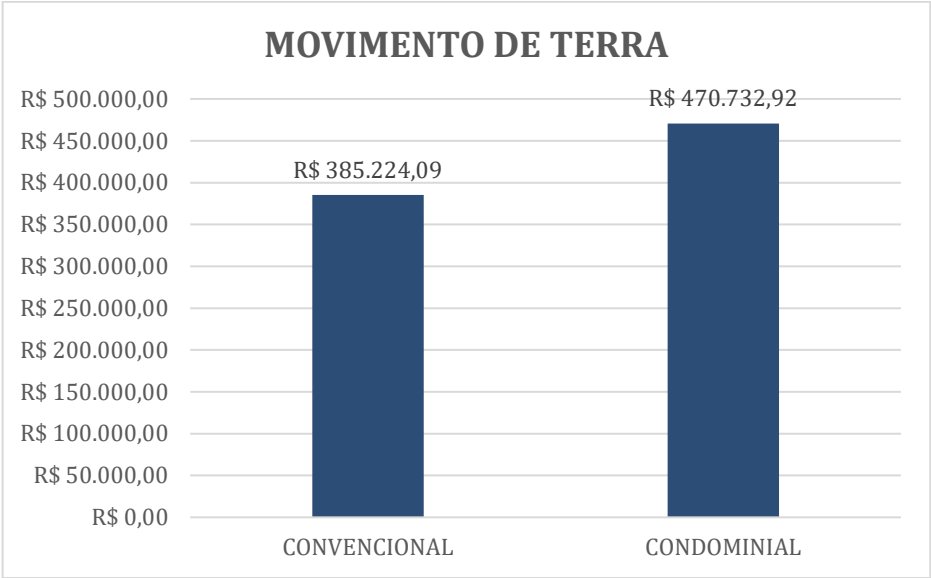
No entanto, o aumento dessa extensão da tubulação (conferir quantitativos nos quadros 9 e 10, respectivamente), implicou uma maior quantidade de escavação e movimento de aterro, bem como o surgimento de material de expurgo, contribuindo diretamente nessa etapa do orçamento para a consolidação de um maior custo do sistema condominial, afinal nesta etapa o primeiro modelo apresentou 18% em redução dos custos se comparado a ele.

Quadro 12 - Custos dos Serviços de Movimento de Terra

MOVIMENTO DE TERRA	
CONVENCIONAL	R\$ 385.224,09
CONDOMINIAL	R\$ 470.732,92
DIFERENÇA TOTAL	-R\$ 85.508,83

Fonte: Autor (2024)

Gráfico 2 - Custos dos Serviços de Movimento de Terra



Fonte: Autor (2024)

Seguindo o mesmo princípio dos demais estudos, os ramais condominiais nesse trabalho também provocaram maiores volumes de escavação e, devido ao elevado valor atribuído à escavação manual de vala, causaram o encarecimento deste processo para o sistema condominial, 20% mais caro no Cenário 2 de outro estudo (Mezzomo, Viviane; 2019) e apresentando um peso de 21,13% em Scaramussa, Solange & Henkes, Jairo (2014).

4.2.3 Escoramento

Neste tópico, existe uma diferença na quantidade de serviços adotados na execução dos modelos, afinal, observou-se que enquanto o modelo convencional necessitava de escoramentos do tipo contínuo, descontínuo, contínuo especial e de pontaleamento, o condominial, pela menor profundidade das valas necessitou apenas de escoramentos do tipo descontínuo e contínuo especial em mínima quantidade.

Desse modo, foi possível observar o primeiro tópico de vantagem do sistema condominial, onde constatou-se devido a redução dos serviços listados acima uma redução em

47% dos custos nessa etapa.

Quadro 13 - Custos dos Serviços de Escoramento

ESCORAMENTO	
CONVENCIONAL	R\$ 180.333,79
CONDOMINIAL	R\$ 96.414,07
DIFERENÇA TOTAL	R\$ 83.919,72

Fonte: Autor (2024)

Gráfico 3 - Custos dos Serviços de Escoramento



Fonte: Autor (2024)

No entanto, diferente de (Scaramussa, Solange & Henkes, Jairo, 2014) o peso dessa etapa não interfere de forma significativa para o orçamento desse estudo, afinal, diferentemente do apresentado de 12,47% em seu orçamento.

4.2.4 Fundações e Estruturas

Neste tópico, encontram-se os serviços de preparo de fundo de vala com largura menor que 1,5 m, e a execução dos poços de visita em anel de concreto, com balão de 0,60m e profundidade até 1,20 m, tendo ainda incluso a tampa de 600 mm ou 60 cm.

Nessa etapa, ao alinhar-se diretamente com a extensão das tubulações adotadas, bem como o respeito a dimensão máxima de 100 metros entre poços de visita (PVs) com coletor igual ou menor a 600 mm, constatou-se um aumento considerável na quantidade desse serviço no sistema condominial, se comparado ao convencional (observar os quadros 9 e 10, respectivamente), o que diretamente contribuiu para um acréscimo de 38% dos custos de

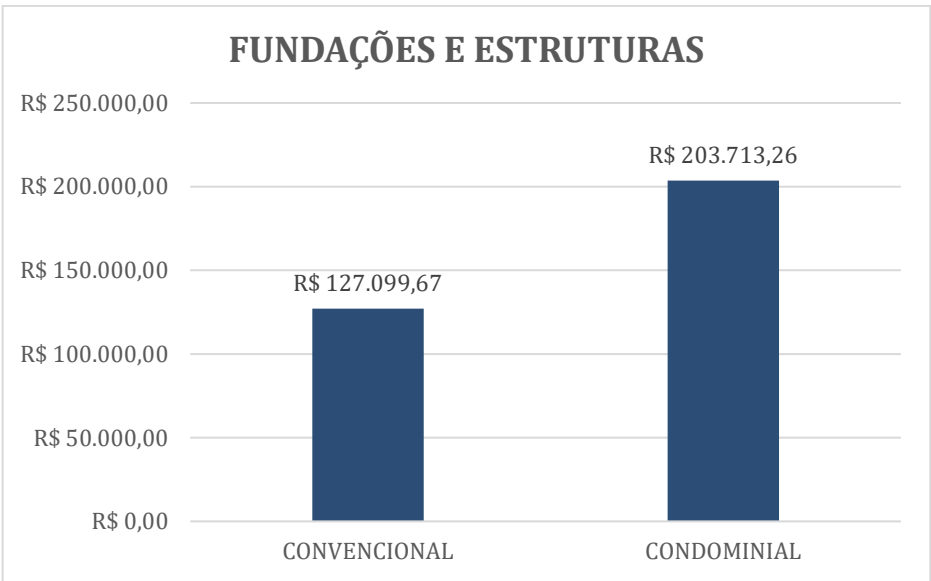
implementação nessa etapa.

Quadro 14 - Custos dos Serviços de Fundações e Estruturas

FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	
CONVENCIONAL	R\$ 127.099,67
CONDOMINIAL	R\$ 203.713,26
DIFERENÇA TOTAL	-R\$ 76.613,59

Fonte: Autor (2024)

Gráfico 4 - Custos dos Serviços de Fundações e Estruturas



Fonte: Autor (2024)

Diferentemente do apresentado nesse estudo, como a etapa de fundações e estruturas, os serviços de preparo de fundo de vala e execução de poços de visita em alguns casos foram omitidos e ou relacionados de forma separada. No entanto, ainda se constatou diferentemente da redução do elemento na rede coletora do sistema condominial, haja vista a adoção de terminais de limpeza e inspeção (Mezzomo, Viviane; 2019), um aumento significativo na quantidade de PVs no sistema condominial, implicando em diferenças significativas, à exemplo do percentual apresentado anteriormente.

4.2.5 Fornecimento de Tubos e Conexões

Chegando à metade dos itens, nessa etapa de fornecimento de tubos e conexões, pode ser observado uma diferenciação não nos tamanhos dos diâmetros, afinal manteve-se os diâmetros de Ø100mm, Ø150mm e Ø200mm iguais aos dois modelos estudados. No entanto,

notou-se como já mencionado em outros tópicos, um aumento na quantidade de tubos, haja vista, a disposição de cada um dos modelos, afinal, enquanto existe um único corte no centro da via no modelo convencional, no segundo, o condominial necessita de cortes em ambas as calçadas, bem como uma maior quantidade de conexões como curvas de 90° e tampões para garantir a completude na coleta dos efluentes gerados pelas residências.

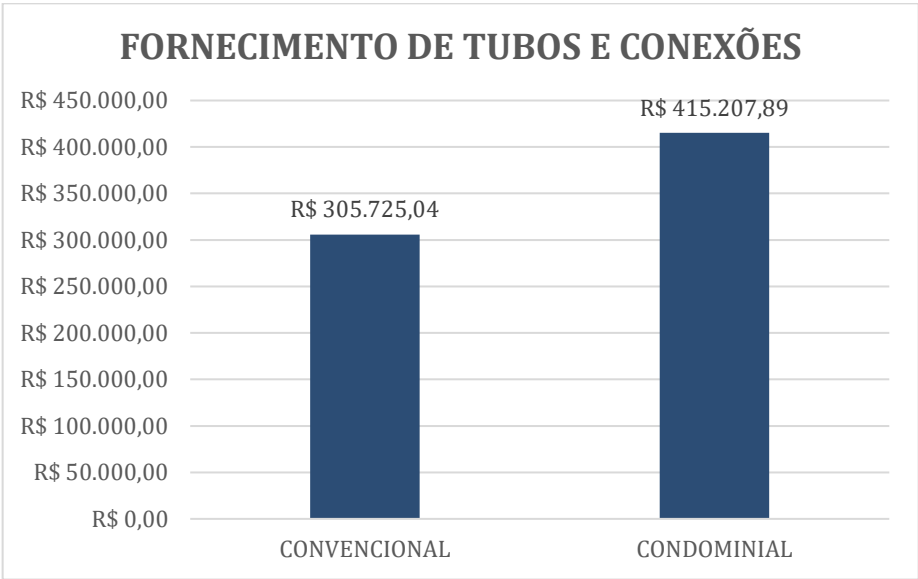
Assim, depois da análise de quantitativos, percebeu-se uma diferença de R\$ 109.482,85, resultando assim em uma economia de 26% dessa etapa no modelo convencional.

Quadro 15 - Custos dos Serviços de Fornecimento de Tubos e Conexões

FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXÕES	
CONVENCIONAL	R\$ 305.725,04
CONDOMINIAL	R\$ 415.207,89
DIFERENÇA TOTAL	-R\$ 109.482,85

Fonte: Autor (2024)

Gráfico 5 - Custos dos Serviços de Fornecimento de Tubos e Conexões



Fonte: Autor (2024)

4.2.6 Transporte de Tubos e Conexões

Relacionado diretamente ao tópico anterior, sua necessidade de entrar para os cálculos de orçamento acontece, pelo fato de os códigos utilizados anteriormente serem referentes ao fornecimento das tubulações, excluindo o frete e ou transporte dos tubos. Assim, de forma a trazer veracidade aos valores apresentados ao fim desse trabalho, adotou-se 3 modelos de transportes, referentes as quantidades de tubos e os seus diâmetros, estes já explicitados acima

(tópico 4.5 e nos quadros 9 e 10, respectivamente).

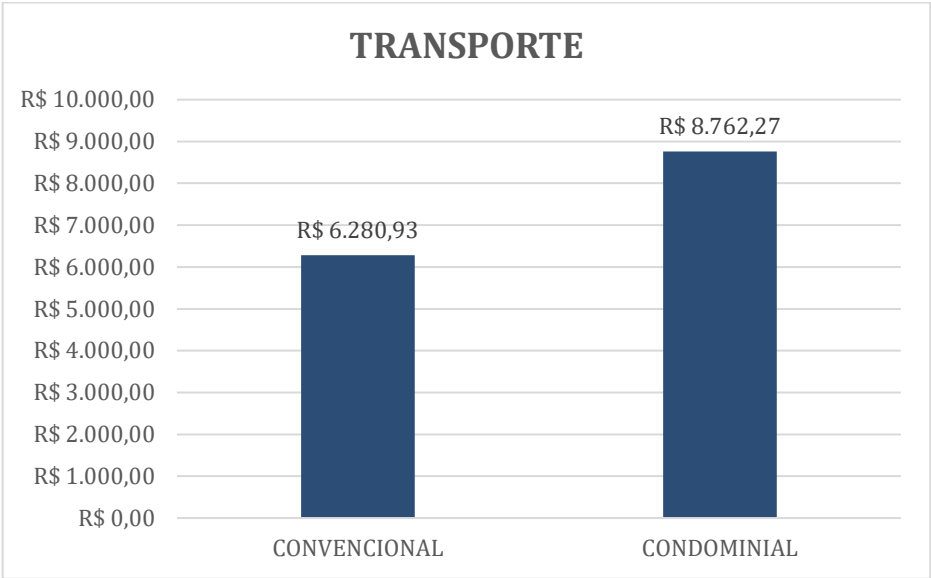
Por fim, observou-se a relação direta entre o aumento do fornecimento e o transporte da tubulação no segundo modelo, o condominial. Outro fator, é uma maior possibilidade de economia, do que os 28% encontrados nesse trabalho com a DMT de 10 km, afinal, quanto maior a distância média, maior o custo de transporte para as tubulações.

Quadro 16 - Custos dos Serviços de Transporte de Tubos e Conexões

TRANSPORTE	
CONVENCIONAL	R\$ 6.280,93
CONDOMINIAL	R\$ 8.762,27
DIFERENÇA TOTAL	-R\$ 2.481,34

Fonte: Autor (2024)

Gráfico 6 - Custos dos Serviços de Transporte de Tubos e Conexões



Fonte: Autor (2024)

4.2.7 Assentamento de Tubos e Conexões

Como já observado nos tópicos anteriores, sua necessidade de entrar para os cálculos de orçamento acontece, pelo fato dos códigos utilizados anteriormente serem referentes ao fornecimento das tubulações e transporte dos tubos. Assim, necessitou-se adicionar o serviço de assentamento dessas tubulações e conexões, tendo em vista que apesar de assemelhar-se a execução, os insumos, no caso as tubulações por apresentarem diâmetros diferentes, necessitam composições distintas.

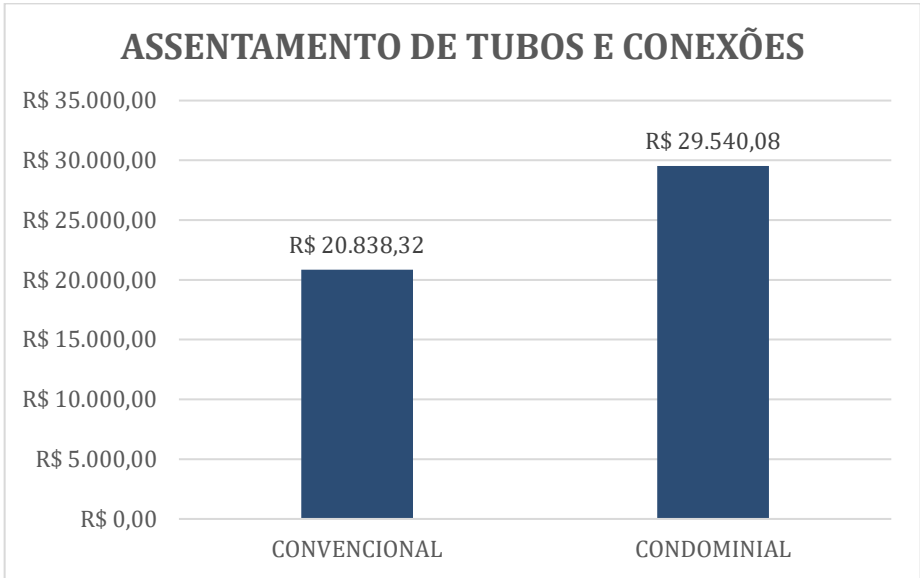
Assim, ao fim da inserção dos quantitativos para ambos os modelos, convencional e condominial, notou-se uma economia de 29% do primeiro em relação ao segundo.

Quadro 17 - Custos dos Serviços de Assentamento de Tubos e Conexões

ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXÕES	
CONVENCIONAL	R\$ 20.838,32
CONDOMINIAL	R\$ 29.540,08
DIFERENÇA TOTAL	-R\$ 8.701,76

Fonte: Autor (2024)

Gráfico 7 - Custos dos Serviços de Assentamento de Tubos e Conexões



Fonte: Autor (2024)

Um adendo, é entender que até o sétimo tópico, a diferença entre os modelos, permaneceu próxima, haja vista a presença de vantagem econômica na maioria dos itens, porém com uma diferenciação menos acentuada, representando em termos percentuais 11% de economicidade em relação ao sistema proposto (convencional). O que, implicará posteriormente em uma mudança no panorama apresentado.

Outro fator, é compreender o intuito desse estudo em distribuir as etapas e apresentar o conteúdo referente aos comparativos de forma detalhada. Contudo, ao discutir resultados, observou-se a predominância em trabalhar as últimas etapas de forma conjunta, fazendo-se necessário, analisá-las nesse tópico do mesmo modelo. Afinal, bem como apresentado em (Mezzomo, Viviane; 2019; Rocha; L.R., 2016) ao final da execução desses serviços, apresentou um percentual desfavorável em se falando de rede coletora, tendo em vista, a necessidade como já informada de 2 extensões de tubulação no modelo condominial, enquanto no convencional apenas uma.

4.2.8 Pavimentação

Neste antepenúltimo tópico, é importante recapitular os conceitos referentes aos dois modelos, haja vista uma diferenciação no preço unitário dos serviços, afinal enquanto no convencional há a demolição parcial de pavimentos asfálticos, o que apresenta um custo maior, para o modelo condominial existe um preço menor para a execução dos serviços de demolição e restauração do passeio ou calçada.

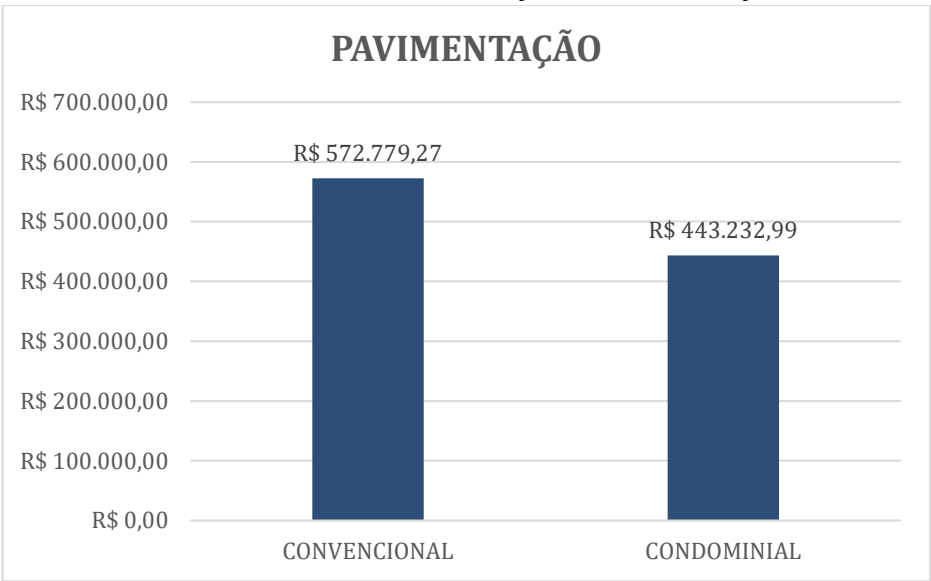
Essa diferenciação inicial, se explica posteriormente com a economia de R\$ R\$ 129.562,30 nessa etapa do modelo condominial, o correspondente à 23% se comparado ao convencional.

Quadro 18 - Custos dos Serviços de Pavimentação

PAVIMENTAÇÃO	
CONVENCIONAL	R\$ 572.779,27
CONDOMINIAL	R\$ 443.232,99
DIFERENÇA TOTAL	R\$ 129.546,28

Fonte: Autor (2024)

Gráfico 8 - Custos dos Serviços de Pavimentação



Fonte: Autor (2024)

4.2.9 Ligação Residencial de Esgoto

Este último tópico do orçamento, demandará uma maior conceituação que o anterior, haja vista, a diferenciação dos dois modelos previamente. Como já citado no item 4.7, o presente trabalho de orçamentação realizado até os tópicos anteriores apontava para uma

economia equivalente a 11% no modelo convencional, percentual esse que decaiu para 3% ao adicionar os serviços de retirada e recomposição das pavimentações nos dois modelos.

No entanto, ao referir-se às ligações residenciais de esgoto, é preciso analisar intrinsecamente as características dos sistemas estudados. Afinal, o sistema condominial, por ter a rede coletora percorrendo as quadras, pelas calçadas, necessita apenas da realização do cadastro de ligação e o fornecimento e instalação das caixas de inspeção em concreto pré-moldado com diâmetro de 60cm, essa característica, ocasiona uma redução direta em volume de escavação, demolição e reconstituição de pavimentos, bem como a ausência de novas tubulações, desonerando assim essa etapa do orçamento como observado em outros estudos sobre o tema (Mezzomo, Viviane; 2019; Scaramussa, Solange & Henkes, Jairo, 2014).

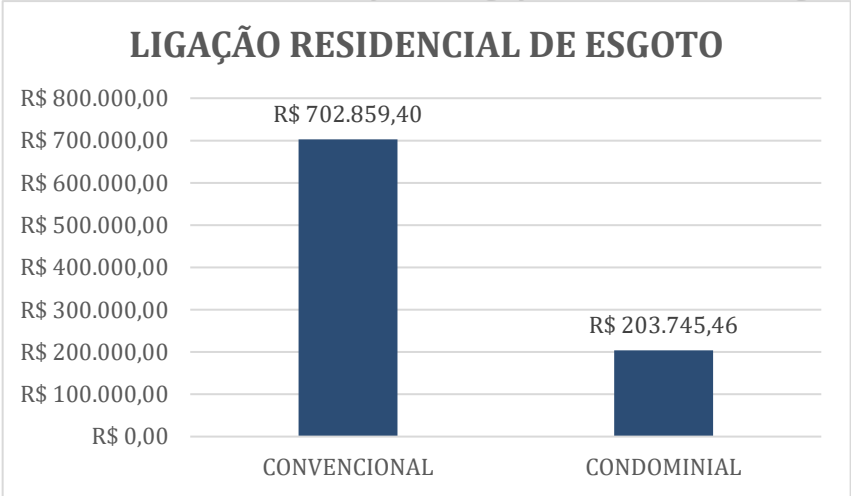
Em contraponto, para o sistema convencional, entendeu-se, a necessidade de uma extensão de 4,00 metros para compreender a ligação domiciliar ao centro da rua. O que representou, 2972,00 metros de serviços adicionais aos apresentados no modelo condominial (cadastro de lotes e instalação de caixas de inspeção), culminando na maior diferenciação entre os orçamentos, onde os R\$ 499.113,94 de economia do sistema condominial em relação ao convencional, representa um percentual de 71%.

Quadro 19 - Custos Dos Serviços de Ligação Residencial de Esgoto

LIGAÇÃO RESIDENCIAL DE ESGOTO	
CONVENCIONAL	R\$ 702.859,40
CONDOMINIAL	R\$ 203.745,46
DIFFERENÇA TOTAL	R\$ 499.113,94

Fonte: Autor (2024)

Gráfico 9 - Custos dos Serviços de Ligação Residencial de Esgoto



Fonte: Autor (2024)

4.2.10 Custo Total de Implementação

Para finalizar, analisada etapa a etapa, constatou-se como já previsto, pontos de vantagem econômica de determinado modelo, sobre outro. As circunstâncias utilizadas para a decisão dos órgãos, no entanto, apontam sempre para o modelo mais vantajoso economicamente, ao final dos orçamentos apresentados. Nesse sentido, fez-se necessário a finalização dos resultados com um panorama geral a partir da soma das estimativas de custo obtidas nos dois sistemas.

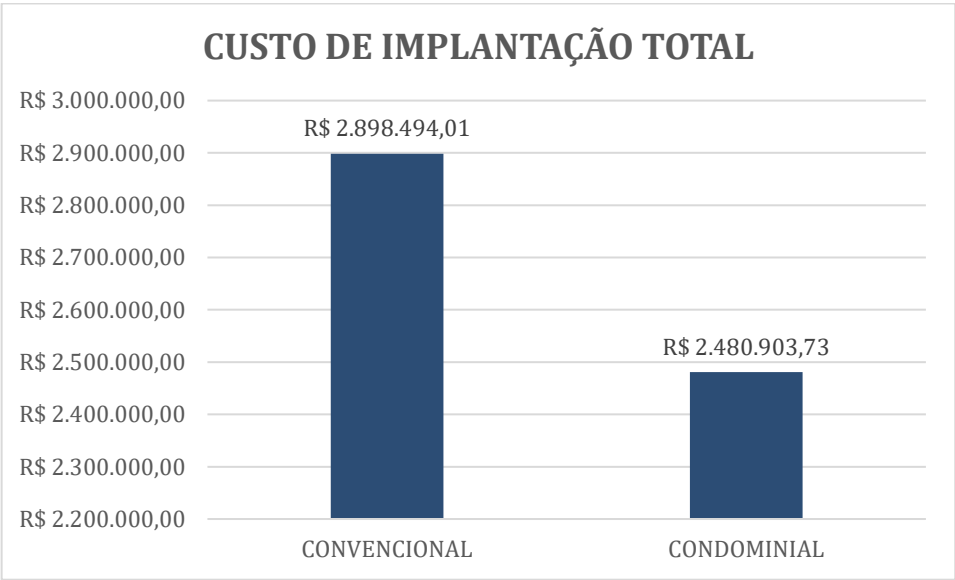
Desse modo, notou-se que dentre os fatores preponderantes para a diferença, encontram-se os volumes escavados, as tubulações, os órgãos acessórios e em especial as áreas de retirada e demolição aliadas as de recomposição do pavimento, que dependendo das características dos modelos, variou desde pavimentação asfáltica à pisos e calçadas em concreto. Afetando diretamente no aspecto econômico, levando a fins práticos uma desoneração do orçamento em aproximadamente 15% ao adotar o modelo condominial.

Quadro 20 - Custos Dos Serviços de Implantação Total

CUSTO DE IMPLANTAÇÃO TOTAL	
CONVENCIONAL	R\$ 2.898.494,01
CONDOMINIAL	R\$ 2.480.903,73
DIFERENÇA TOTAL	R\$ 417.590,28

Fonte: Autor (2024)

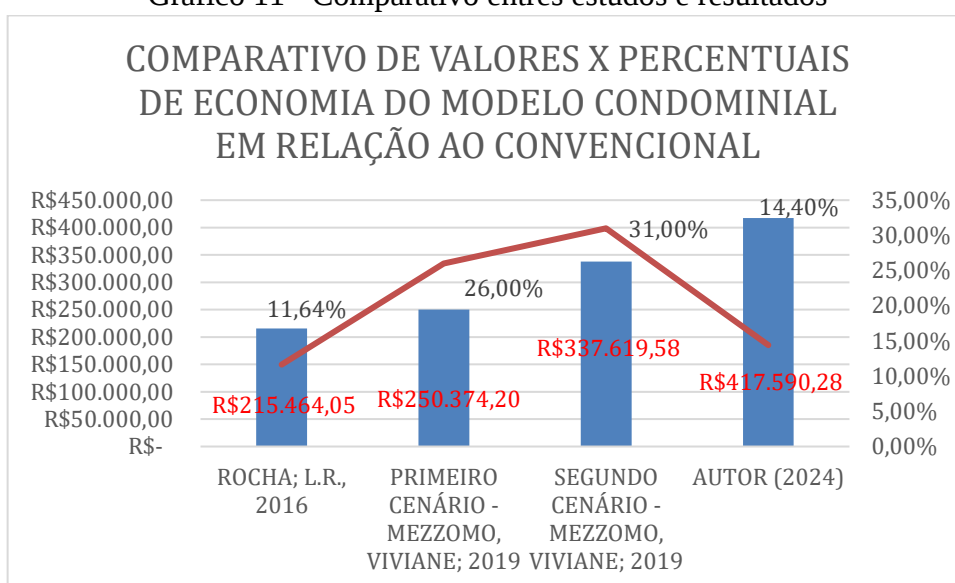
Gráfico 10 - Custos Dos Serviços de Implantação Total



Fonte: Autor (2024)

Por fim, ao comparar o custo total de implementação, observou-se de forma clara, evidente e previsível uma maior economicidade ao adotar o modelo condominial para o esgotamento da área de estudo. No entanto, fica mais claro e evidente ao analisar o Gráfico 11, que ao decorrer dos anos, a solução se torna cada vez mais importante na democratização do esgotamento sanitário, haja vista, que ao decorrer de 8 anos, os percentuais para pequenos loteamentos em cenários distintos, bem como grandes loteamentos apresentaram evolução se comparados ao apresentado em 2016.

Gráfico 11 - Comparativo entres estudos e resultados



Fonte: Autor (2024)

5 CONCLUSÃO

Conforme apresentado ao decorrer da bibliografia apresentada anteriormente, bem como o processo laboral das concepções, o sistema condominial de fato apresentou custos de implantação inferiores ao sistema convencional. Além disso, outro critério avaliado, foi a celeridade e uma maior liberdade na composição do traçado da rede coletora. Nesse aspecto, por demandar consenso da população, as decisões apresentam-se demoradas em determinados casos, no entanto com maior assertividade pós-implantação.

Outro ponto a ser observado é a redução em conexões, cortes e recomposição de pavimentos, haja vista que apesar de inicialmente necessitar a execução em ambas calçadas, ao fim, a locação das ligações domiciliares acontece apenas com a implementação das caixas de inspeção, tendo em vista o fato de a tubulação encontrar-se na região onde elas são costumeiramente instaladas.

Outro aspecto observado, foi o fato de embora a implantação dos ramais condominiais obteve custos elevados se comparado ao convencional inicialmente, essa diferença acaba sendo compensada com os custos inferiores obtidos na implantação da rede coletora, a qual deixa de contornar toda a quadra com um recobrimento, no mínimo, 0,25m maior (recobrimento mínimo para calçadas é de 0,65m). Além disso, a utilização de ramais condominiais reduz a possibilidade de encontro com rochas e/ou interferências com outras obras de infraestrutura durante as etapas de execução, por implicar apenas uma alteração de 10% nas vias públicas durante a execução da rede.

Assim, do ponto de vista técnico e econômico, aspectos bases para análise desse estudo, o sistema condominial se mostrou a melhor opção a ser adotada nesse loteamento. Contudo, é crucial reconhecer que o sistema condominial se encontra além de um conceito único ou estrutura física. Embora a interligação dos ramais condominiais às propriedades privadas e ao esgoto local de toda uma quadra traga benefícios para o planejamento, essa prática pode gerar diversos conflitos se não for adotado o modelo de política participativa como base de todas as decisões prévias a implementação.

Nesse sentido, é imprescindível garantir o envolvimento de todos os moradores em questões que abrangem os direitos e deveres, como por exemplo a realização de manutenções necessárias até a promoção da educação sanitária e ambiental entre todos os membros das famílias.

Como recomendação para próximos trabalhos, indica-se a realização de um estudo comparativo entre os sistemas utilizados, levando em consideração as alterações que uma

estação elevatória de esgoto sanitário pode causar na rede coletora. Outra importante idealização, seria a implementação mista dos dois sistemas, ou seja, de forma a aproveitar a viabilidade econômica do sistema condominial sem a sua total implementação, contemplando os ramais condominiais ou apenas a menor extensão da rede coletora e promover a combinação dos sistemas de modo a garantir uma maior abrangência entre glebas maiores.

Por fim, entende-se, a real necessidade na utilização do sistema condominial por projetistas e concessionárias de saneamento, tendo em vista, que modelos mais práticos, céleres, econômicos e que utilizam dos princípios de soluções de baixo impacto urbanístico podem vir a contribuir para a universalização dos sistemas de esgotamento sanitário, hoje tão deficitários.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12207: **Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário**. Rio de Janeiro, RJ, 1989.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7362-1: **Sistemas enterrados para a condução de esgoto sanitário – Parte 1 requisitos para tubos de PVC com junta elástica**. Rio de Janeiro, RJ, 2000.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9648: **Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário – Procedimento**. Rio de Janeiro, RJ, 1986. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9649: **Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário – Procedimento**. Rio de Janeiro, RJ, 1986.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR7362 - **Sistemas enterrados para condução de esgoto - Requisitos para tubos com parede maciça e conexões de PVC**. Maio, 2023.

ABNT NBR 15645:2020: **Execução de obras utilizando tubos e aduelas pré-moldados em concreto**. Julho de 2020

ABNT NBR 17015:2023. **Execução de obras lineares para transporte de água bruta e tratada, esgoto sanitário e drenagem urbana, utilizando tubos rígidos, semirrígidos e flexíveis**. Julho de 2023

ABNT. **NBR 17076:2024 - Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte - Requisitos**. de 26 de abril de 2024

ABNT. **NBR 8160/99 - Sistemas prediais de esgoto sanitário** - Projeto e execução, de set 1999:

AGÊNCIA BRASIL. **Inflação de 2024 pesa mais para famílias de renda muito baixa**. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2024-06/inflacao-de-2024-pesa-mais-para-familias-de-renda-muito-baixa>. Acesso em: 01 de Novembro de 2024.

AGÊNCIA BRASÍLIA. **Referência em esgoto condominial, Caesb recebe estrangeiros**. Disponível em: <https://agenciabrasilia.df.gov.br/2019/11/14/referencia-em-esgoto-condominial-caesb-recebe-estrangeiros/>. Acesso em: 31 de Outubro de 2024.

ALEN SOBRINHO, P.; CONTRERA, R.C. **Consumo de Água**. Apresentação da disciplina Saneamento II. São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Acesso em: 18/03/2016.

ALEN SOBRINHO, P.; CONTRERA, R.C. **Reservatórios**. Apresentação da disciplina Saneamento II. São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2016.

AZEVEDO NETTO, José Martiniano. Cronologia dos serviços de esgotos, com especial

menção ao Brasil. **Revista do Departamento de Águas e Esgotos de São Paulo**, São Paulo, ano 20, n. 33, p. 15-19, 1959. Acesso em: 25 setembro 2024.

AZEVEDO, José Martiniano; ALVAREZ, Guillermo. **Manual de Hidráulica**. São Paulo: Edgard Blucher, 1977.

BARBOSA, MATHEUS GOMES. **Infraestrutura de saneamento básico do Conjunto Habitacional Lindóia: análise sob uma perspectiva de sustentabilidade do Sistema Condominial de Esgoto**. Disponível em: https://guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/handle/prefix/7508/Dissertacao_Matheus_Gomes_Barboosa.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 01 de Novembro de 2001.

BARROS, Rodrigo. **A história do saneamento básico na Idade Antiga**. Rodo inside, 3 de dezembro de 2014. Disponível em: <http://www.rodoinside.com.br/historia-saneamento-basico-na-idade-antiga/>. Acesso em: 25 setembro 2024.

BARROS, Rodrigo. **A história do saneamento básico na Idade Média**. Rodo inside, 3 de dezembro de 2014. Disponível em: <http://www.rodoinside.com.br/a-historia-do-saneamento-basico-na-idade-media/>. Acesso em: 25 setembro 2024.

BENETTI, **A utilização da projeção populacional na elaboração de projetos de saneamento básico: estudo de caso**, Ijuí, RS, Monografia (graduação em engenharia civil) – universidade regional do noroeste do estado do rio grande do sul, 2007

Brasil. Fundação Nacional de Saúde. **Resíduos sólidos e a saúde da comunidade: informações técnicas sobre a interrelação saúde, meio ambiente e resíduos sólidos** /Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2013.

Brasil. **Resolução CONAMA nº 430**, de 13 de maio de 2011. Publicada no Diário Oficial nº 92 em 16 de maio de 2011.

CAESB. **Tarifas e Preços**. Disponível em: https://www.caesb.df.gov.br/tarifas-e-precos/#:~:text=Imoveis%20em%20obra%3A%2050%25%3B,da%20localiza%C3%A7%C3%A3o%20do%20ramal%20predial)). Acesso em: 05 de Novembro de 2024.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **LEI Nº 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007**. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2007/lei-11445-5-janeiro-2007-549031-normaatualizada-pl.pdf>.

CARVALHO, L.R. **Análise de rede condominial versus convencional em loteamento existente**. 2016. 158 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade Santo Agostinho. Teresina: FSA, 2016.

CAVINATTO, V. M. **Saneamento básico: fonte de saúde e bem-estar**. São Paulo: Ed.

Moderna, 1992.

CHERNICHARO, C.A.L. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias; reatores anaeróbios**. 1. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 1997. v. 5.

COMPENSA. **Sistema de Esgotamento Condominial é a tecnologia adotada nas obras do PSA Ipojuca**. Disponível em: <https://servicos.compesa.com.br/sistema-de-esgotamento-condominial-e-a-tecnologia-adotada-nas-obras-do-psa-ipojuca/#:~:text=E%20o%20sistema%20escolhido%20para,defini%C3%A7%C3%A3o%2C%20a%20obra%20%C3%A9%20iniciada>. Acesso em: 31 de Outubro de 2024.

CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988. Brasília, DF: Presidência da República, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 15 set. 2024.

CONSTITUIÇÃO FEDERAL. **LEI No 6.766, DE 19 DE DEZEMBRO DE 1979**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm. Acesso em: 11 Nov.2024.

CONSTRUSINOS. **COMPREENDA A IMPORTÂNCIA DO POÇO DE VISITA NO SISTEMA DE ESGOTO**. Disponível em: <https://construsinos.com.br/compreenda-a-importancia-do-poco-de-visita-no-sistema-de-esgoto/>. Acesso em: 12 Nov.2024.

COSTA, Márcia. **Lei do Georreferenciamento: o que é e para que serve?** MK Avaliações Imobiliárias. 2018. Disponível em: . Acesso em: 11 Nov.2024.

DIAZ, Raphael Rodrigo Licheski; NUNES, Larissa dos Reis. **A evolução do saneamento básico na história e o debate de sua privatização no Brasil**. Revista de Direito da Faculdade Guanambi, Guanambi, v. 7, n. 02, e292, jul./dez. 2020. doi: <https://doi.org/10.29293/rdfg.v7i02.292>. Disponível em: <http://revistas.faculadeguanambi.edu.br/index.php/Revistadedireito/article/view/292>. Acesso em: 25 setembro 2024.

ECIVILNET. **Coletor tronco**. Disponível em: <https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-coletor-tronco.html>. Acesso: 12 de Out, 2024

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006.

FIORI, S. et al. **Avaliação qualitativa e quantitativa do reuso de águas cinzas em edificações**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 19-30. 2006.

FLUSH ENGENHARIA, **O que é e quais são as etapas de uma Estação de Tratamento de Efluentes**. Disponível em: <https://www.flushengenharia.com.br/o-que-e-e-quais-sao-as-etapas-de-uma-estacao-de-tratamento-de-efluentes>. Acesso em: 12 de out, 2024

FRIGO, F.; SALVADOR, N. N. B. **Alternativas Sustentáveis para o Esgotamento Sanitário de Residências e de Pequenos Assentamentos Rurais**. VII Simpósio Sobre Reforma Agrária e Questões Rurais. 2016.

FSESP. **Sistema Condominial de Esgotos**. MS/FSESP – Diretoria Regional de Pernambuco, Recife. 1987.

FUESS, LUCAS & GARCIA, MARCELO. (2012). **Qual o valor da vinhaça? Mitigação de impacto ambiental e recuperação de energia por meio da digestão anaeróbia**. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-32-Esquematizacao-de-alguns-reactores-anaerobios-de-alta-taxa-A-Reator-anaerobio_fig2_292155232. Acesso em: 16, Outubro, 2024.

GALVÃO JUNIOR AC. **Desafios para a universalização dos serviços de água e esgoto no Brasil**. Rev Panam Salud Publica. 2009;25(6):548–56.

GARCEZ, LUCAS NOGUEIRA. **Elementos de engenharia hidráulica e sanitária**. 2 ed. São Paulo: Editora Bluecher, 1976.

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

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2022: rede de esgoto alcança 62,5% da população, mas desigualdades regionais e por cor e raça persistem**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/39237-censo-2022-rede-de-esgoto-alcanca-62-5-da-populacao-mas-desigualdades-regionais-e-por-cor-e-raca-persistem#:~:text=Considerando%20quem%20vivia%20em%20domic%C3%ADlios,75%2C7%25%20em%202022>. Acesso em: 29 de Outubro de 2024

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Rio de Janeiro, 2008.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE 2021. **PROJEÇÃO POPULACIONAL DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO CURU, SERTÃO DOS CRATEÚS E SERRA DA IBIAPABA ATÉ A DÉCADA 2050**. Nota técnica / Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) / Fortaleza – Ceará: IPECE, 2021.

JORDÃO, Eduardo P. e PESSÔA, Constantino A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 4ª Edição. Rio de Janeiro: ABES, 932p. 1995.

Licheski Díaz, R. R., & dos Reis Nunes, L. (2020). **A evolução do saneamento básico na história e o debate de sua privatização no Brasil**. Revista de Direito da Faculdade Guanambi, 7(2), 1-23. <https://doi.org/10.29293/rdfg.v7i02.292>

LOBO, L.; **Saneamento básico: em busca da universalização**. Brasília: Ed. do Autor, 2003.
MARCELA DA SILVA AFONSO. **REATOR ANAERÓBIO DE MANTA DE LODO (UASB): CARACTERÍSTICAS E FUNCIONALIDADE**. Local: 2ª SEMANA INTEGRADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO UFPEL/ 2016. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2016/EN_01769.pdf. Acesso: 16, Outubro, 2024

MELO, J. C. **Sistema Condominial: uma resposta ao desafio da universalização do saneamento**. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2008.

MELO, J. C. **The Experience of Condominial Water and Sewerage Systems in Brazil: Case Studies from Brasília, Salvador and Parauapebas**. The World Bank. 2005.

MELO, José Carlos. **Petrolina-uma solução não convencional de esgotos para uma grande cidade**. Recife: Acqua-plan, Estudos Projetos e Consultoria, 1983.

MELO, José Carlos. **Sistema Condominial de esgotos: Razões, teoria e prática**. Recife: Caixa Econômica Federal, 1994.

MEZZOMO, VIVIANE. **Estudo Comparativo Entre Os Sistemas Condominial E Convencional Do Tipo Separador Absoluto De Coleta De Esgoto Sanitário**. Porto Alegre - Dezembro de 2019. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/212357>. Acesso em: 30 de Outubro de 2024.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento 2022 – SNIS**. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel>. Acesso: maio, 2024.

MORAES, L. R. S. et al. **Avaliação do Uso e Funcionamento do Sistema Condominial de Esgotos em Área Periurbana de Salvador – Brasil**. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES. 2000.

NAÇÕES UNIDAS. **Resumo Executivo - Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 Relatório-síntese 2018 sobre Água e Saneamento**. Disponível em: https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2018/11/UN-Water_SDG6_Synthesis_Report_2018_Executive_Summary_BRZ.pdf. Acesso em: 12 Nov.2024.

NANCE, E. B. **Multistakeholder Evaluation of Condominial Sewer Services**. American Journal of Evaluation, v. 26, n. 4, p. 480-500. 2005.

NATAL DAS ANTIGAS. **Genealogia dos Bairros: Rocas**. Disponível em: <https://www.nataldasantigas.com.br/blog/a-historia-das-rocas-genealogia-dos-bairros>. Acesso em: 30 de Outubro de 2024.

NATAL DAS ANTIGAS. **Genealogia dos Bairros: Santos Reis**. Disponível em: <https://www.nataldasantigas.com.br/blog/historia-santos-reis-genealogia-dos-bairros>. Acesso em: 30 de Outubro de 2024.

NUVOLARI, A. **Esgoto Sanitário: coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola**. 2 ed. rev. São Paulo: Blucher, 2011.

NUVOLARI, Ariovaldo. **Esgoto Sanitário: Coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. 2. ed. São Paulo, Blücher, 2014.

OLIVEIRA JÚNIOR, Gervásio Alves de. **Aspectos Legais do Georreferenciamento**. In: 20º Encontro regional dos oficiais de registro de imóveis, 2005, Londrina. Disponível em: Acesso em: 11 Nov.2024.

Oliveira, Aline da Silva. **Tratamento de esgoto pelo sistema de lodos ativados no município de Ribeirão Preto, SP: avaliação da remoção de metais pesados** / Aline da Silva Oliveira; orientadora Susana Inés Segura Muñoz. -- Ribeirão Preto, 2006.

OLIVEIRA, Maria Tereza.; MORAES, Luíz Roberto. **Inovação Tecnológica Para Coleta De Esgotos Sanitários: Um olhar da população sobre a tecnologia das redes coletoras tipo Condominial na cidade do Salvador-Bahia-Brasil** In: SEMINÁRIO LATINO LBERTOAMERICANO DE FESTIÓN TECNOLÓGICA, 10, 2003, [s.l.; s.n.]. Disponível em: https://www.academia.edu/4261311/Inova%C3%A7%C3%A3o_Tecnol%C3%B3gica_para_Coleta_de_Esgotos_Sanit%C3%A1rios_Um_olhar_da_popula%C3%A7%C3%A3o_sobre_a_tecnologia_das_redes_coletoras_tipo_Condominial_na_cidade_do_SalvadorBahia-Brasil. Acesso em: 29 de Outubro de 2024.

ORÇAFASCIO. **Base de preço orçamentária na Construção Civil: dicas para orçamentos precisos e competitivos**. Disponível em: <https://www.orcafascio.com/papodeengenheiro/base-de-preco-orcamentaria>. Acesso em: 20 Nov.2024.

OSTROM, E. **Crossing the Great Divide: Coproduction, Synergy, and Development**. World Development, v. 24, n. 6, p. 1073-1087. 1996.

OTTOSON, J.; STENSTR, T. A. **Faecal contamination of greywater and associated microbial risks**. Water Research Elsevier Science Ltd. p. 645–655. 2002.

Pautz, E. . (2021). **A IMPORTÂNCIA DO GEORREFERENCIAMENTO: DESAFIOS E POSSIBILIDADES**. Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação, 7(11), 1778– 1787. <https://doi.org/10.51891/rease.v7i11.3300> Acesso em: 11 Nov.2024.

PEREIRA, J. A. R.; SILVA, J. M. S. **Rede Coletora de Esgoto Sanitário: Projeto, Construção e Operação**. 3 ed. 310 p. Belém, 2018.

Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB. Disponível em: https://cecol.fsp.usp.br/dcms/uploads/arquivos/1446465969_Brasil-PlanoNacionalDeSaneamentoB%C3%A1sico-2013.pdf. Acesso: agosto,2024.

PONTES, Patrícia Procópio. **Reatores UASB aplicados ao tratamento combinado de esgotos sanitários e lodo excedente de filtro biológico percolador**. 2003. Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais.

PORTAL SANEAMENTO BÁSICO. **Kronox: O que é um Sistema de Bombeamento em Linha (Booster de Esgoto)?**. Disponível em: <https://saneamentobasico.com.br/acervo-tecnico/sistema-bombeamento-linha-booster-esgoto/>. Acesso: maio,2024

PREFEITURA DE SANTOS. **Legado de Saturnino de Brito em Santos é preservado e**

mantido em cuidados permanentes. Disponível em: <https://www.santos.sp.gov.br/?q=noticia/legado-de-saturnino-de-brito-em-santos-e-preservado-e-mantido-em-cuidados-permanentes#:~:text=Saturnino%20de%20Brito%20ficou%20respons%C3%A1vel,assim%20o%20projeto%20dos%20canais>. Acesso: maio,2024.

PROSAB. Rede cooperativa de pesquisas. Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo. Local de Edição: RiMa, Artes e Textos, 1ª edição. Rio de Janeiro, 1999.

RAMOS E SILVA, Fábio. O Saneamento Básico e seus reflexos na saúde pública para a população de Buritis-MG. Fábio Ramos e Silva, Buritis-MG: Universidade de Brasília, Orientadora: Msc. Fernanda Jaqueline Lopes 2019. 42 p.

REBÊLO, M. M. P. S. Caracterização de águas cinzas e negras de origem residencial e análise da eficiência de reator anaeróbio com chicanas. 2011.

REVISTAFT. Os Problemas Com Saneamento Básico No Brasil E A Possibilidade De Geração De Energia Com Tratamento Do Esgoto E Com Tratamento Da Água. Disponível em: <https://revistaft.com.br/os-problemas-com-saneamento-basico-no-brasil-e-a-possibilidade-de-geracao-de-energia-com-tratamento-do-esgoto-e-com-tratamento-da-agua/>. Acesso: junho,2024.

RIBEIRO, W, J.; ROOKE, S, M, J. Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Análise Ambiental) –

FACULDADE DE ENGENHARIA, UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, JUIZ DE FORA, 2010. Disponível em: <http://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/TCC-SaneamentoSa%C3%BAde.pdf>. Acesso em: 25 setembro 2024.

RISSOLI, César Augusto ET AL. Sistemas Condominiais de Esgotamento Sanitário – Uma Visão Geral do Processo. CAESB / Brasília, 2011. 72 p.

RODRIGUES, G. P. W. Computação Gráfica e Modelagem Computacional Aplicadas ao Traçado e Dimensionamento Hidráulico de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário, 2006.

RODRIGUES, G. P. W. Locação e Órgãos Acessórios da Rede. Esgotamento Sanitário: projetos e construção de sistemas de esgotamento sanitário, Salvador, 2008.

SCARAMUSA, S. M E HENKES, J.A. A utilização do sistema condominial de esgotamento sanitário como política pública para universalização do atendimento com redes de esgotos: o exemplo clássico do Distrito Federal. Revista Gestão Sustentável Ambienta, Florianópolis, v. 3, n. 1, p. 310 - 339. abril 2014/setembro2014.

SCARAMUSSA, SOLANGE & HENKES, JAIRO. (2014). A Utilização Do Sistema Condominial De Esgotamento Sanitário Como Política Pública Para Universalização Do Atendimento Com Redes De Esgotos: O Exemplo Clássico Do Distrito Federal. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental. 3. 310. 10.19177/rgsa.v3e12014310-339.

SILVA, R. M. L.; et al. **Uso e Funcionamento de Sistemas Condominiais de Esgotos: Um estudo em Santo Amaro e Gameleira, Brasil**. VIII Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES. 2006.

SOUSA, A. C. **Por uma política de saneamento básico: a evolução do setor do Brasil**. Revista de Ciência Política. vol. 30. 2006.

SOUZA, Francisco Salviano de. O saneamento básico na história da humanidade. 2009. Disponível em: http://www.senado.leg.br/comissoes/ci/ap/AP20091130_FranciscodeAssisSalvianodeSousa.pdf. Acesso em: 25 setembro 2024.

SPERLING, Marcos von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 452 p., il. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 1). inclui bibliografia.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO – TCU. **Licitações e Contratos: Orientações e Jurisprudência do TCU**. Disponível em: <https://licitacoescontratos.tcu.gov.br/>. Acesso em: 18 Nov.2024.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO PIAUÍ – TJ-PI. **Programa Regularizar**. Disponível em: <https://www.tjpi.jus.br/portaltjpi/programa-regularizar/>. Acesso em: 11 Nov.2024.

TSUTIYA, M.T.; ALEM SOBRINHO, P. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 2. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica de São Paulo, 2000.

TSUTIYA, M.T.; BUENO, R. C. R. **Contribuição de águas pluviais em sistemas de esgoto sanitário no Brasil**. Revista Água Latinoamérica, Tucson, v. 4, n. 4, p 20-25, jul. /ago. 2004.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki e ALÉM SOBRINHO, Pedro. **Coleta de transporte de esgoto sanitário**. . São Paulo: Epusp/PHD, 1999.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki; SOBRINHO, Pedro Além. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Abes, 2011.

TSUTIYA, Milton. **Abastecimento de água**. 3a. ed. São Paulo. Departamento de engenharia hidráulica e sanitária da escola politécnica da universidade de São Paulo. 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS – UFG, PUBLICACRIAR. **Tecnologias sociais de saneamento rural - Tema 2 – Partes constituintes e tecnologias de esgotamento sanitário**. Disponível em: https://publica.ciar.ufg.br/ebooks/saneamento-e-saude-ambiental/modulos/5_modulo_saneamento/02-2.html. Acesso em: 05 de Novembro de 2024.

VASCONCELOS, Ronald Fernando. **Descentralização-Político Administrativa na Cidade do Recife – O Caso do Esgotamento Sanitário na Gestão da Frente Popular 1986- 1988**.

1995. Dissertação (Mestrado de Desenvolvimento Urbano e Regional) - Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 1995.

**APENDICE A – PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO DO MODELO
CONVENCIONAL**

N. COL	TR.	PV INICIAL / FINAL	EXT. (m)	C. LINEAR (l/s/km) inicial/final	C. Trecho (l/s) inicial/final	Q mon(l/s) inicial/final	Q jus(l/s) inicial/final	Diametro (m)	Declividade (m/m)	Cota Terreno (m)	Cota Coletor (m)	Recb. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/d inicial/final	V (m/s) inicial/final	V. Crítica (m/s)	n manning	Largura da Vala (m)
C1	T1	1	99,59	1,68	0,167	0	0,167	100	0,0146	112,78	111,78	0,90	1,00	0,33	0,67	2,64	0,013	0,65
		2		1,92	0,191	0	0,191			111,32	110,32	0,90	1,00	0,33	0,67	2,55	0,013	
	T2	2	93,02	1,68	0,156	0,167	0,324	100	0,0128	111,32	110,32	0,90	1,00	0,34	0,64	2,38	0,013	0,65
		3		1,92	0,178	0,191	0,369			110,13	109,13	0,90	1,00	0,34	0,64	2,59	0,013	
	T3	3	53,97	1,68	0,091	0,324	0,414	100	0,0282	110,13	109,13	0,90	1,00	0,27	0,89	4,29	0,012	0,65
		4		1,92	0,103	0,369	0,473			108,61	107,61	0,90	1,00	0,27	0,89	2,34	0,012	
	T4	4	51,78	1,68	0,087	0,743	0,83	100	0,0193	108,61	107,61	0,90	1,00	0,3	0,75	3,26	0,012	0,65
		5		1,92	0,099	0,847	0,946			107,61	106,61	0,90	1,00	0,3	0,74	2,47	0,012	
	T5	5	49,43	1,68	0,083	1,154	1,237	100	0,0138	107,61	105,68	1,83	1,93	0,33	0,65	2,52	0,013	0,65
		6		1,92	0,095	1,316	1,411			106,00	105,00	0,90	1,00	0,33	0,65	2,57	0,013	
	T6	6	52,9	1,68	0,089	1,569	1,658	100	0,0305	106,00	103,55	2,35	2,45	0,27	0,97	4,67	0,011	0,65
		7		1,92	0,101	1,79	1,891			102,94	101,94	0,90	1,00	0,29	1	2,42	0,011	
	T7	7	54,98	1,68	0,092	1,986	2,079	100	0,086	102,94	101,94	0,90	1,00	0,21	1,69	10,79	0,01	0,65
		8		1,92	0,105	2,265	2,371			98,21	97,21	0,90	1,00	0,23	1,76	2,19	0,009	
	T8	8	54,48	1,68	0,092	2,41	2,501	100	0,0235	98,21	97,21	0,90	1,00	0,36	1	4,52	0,011	0,65
		9		1,92	0,104	2,748	2,853			96,93	95,93	0,90	1,00	0,38	1,03	2,71	0,011	
	T9	9	58,15	1,68	0,098	2,834	2,932	100	0,008	96,93	95,93	0,90	1,00	0,57	0,64	2,12	0,013	0,65
		10		1,92	0,111	3,232	3,344			96,46	95,46	0,90	1,00	0,62	0,66	3,15	0,013	
	T10	10	53,3	1,68	0,09	3,263	3,352	100	0,0087	96,46	95,46	0,90	1,00	0,6	0,68	2,37	0,013	0,65
		11		1,92	0,102	3,721	3,823			96,00	95,00	0,90	1,00	0,65	0,7	3,19	0,012	
	T11	11	49,61	1,68	0,083	3,681	3,764	100	0,0202	96,00	95,00	0,90	1,00	0,46	1,07	4,68	0,011	0,65
		12		1,92	0,095	4,198	4,293			95,00	94,00	0,90	1,00	0,5	1,1	2,97	0,011	
	T12	12	53,97	1,68	0,091	4,09	4,181	100	0,0096	95,00	94,00	0,90	1,00	0,67	0,75	2,74	0,012	0,65
		13		1,92	0,103	4,665	4,769			94,48	93,48	0,90	1,00	0,74	0,77	3,26	0,012	
	T13	13	96,97	1,68	0,163	10,119	10,282	200	0,006	94,48	93,38	0,90	1,10	0,42	0,81	2,63	0,012	0,85
		14		1,92	0,186	11,541	11,727			93,90	92,80	0,90	1,10	0,46	0,84	4,08	0,012	
C2	T14	15	98,71	1,68	0,166	0	0,166	100	0,0181	111,44	110,44	0,90	1,00	0,31	0,73	3,1	0,012	0,65
		16		1,92	0,189	0	0,189			109,65	108,65	0,90	1,00	0,31	0,73	2,49	0,012	
	T15	16	96,52	1,68	0,162	0,166	0,328	100	0,0108	109,65	108,65	0,90	1,00	0,36	0,6	2,08	0,013	0,65
		4		1,92	0,185	0,189	0,374			108,61	107,61	0,90	1,00	0,36	0,59	2,64	0,013	

N. COL	TR.	PV INICIAL / FINAL	EXT. (m)	C. LINEAR (l/s/km) inicial/final	C. Trecho (l/s) inicial/final	Q mon(l/s) inicial/final	Q jus(l/s) inicial/final	Diametro (m)	Declividade (m/m)	Cota Terreno (m)	Cota Coletor (m)	Recb. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/d inicial/final	V (m/s) inicial/final	V. Crítica (m/s)	n manning	Largura da Vala (m)
C3	T16	17	97,17	1,68	0,163	0	0,163	100	0,0306	110,09	109,09	0,90	1,00	0,26	0,93	4,55	0,012	0,65
		18		1,92	0,186	0	0,186			107,11	106,11	0,90	1,00	0,26	0,92	2,32	0,012	
	T17	18	95,64	1,68	0,161	0,163	0,324	100	0,0045	107,11	106,11	0,90	1,00	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		5		1,92	0,183	0,186	0,37			107,61	105,68	1,83	1,93	0,46	0,43	2,89	0,013	
C4	T18	19	98,41	1,68	0,165	0	0,165	100	0,035	108,44	107,44	0,90	1,00	0,25	0,99	5	0,011	0,65
		20		1,92	0,189	0	0,189			105,00	104,00	0,90	1,00	0,25	0,99	2,27	0,011	
	T19	20	99,5	1,68	0,167	0,165	0,333	100	0,0045	105,00	104,00	0,90	1,00	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		6		1,92	0,191	0,189	0,379			106,00	103,55	2,35	2,45	0,46	0,43	2,89	0,013	
C5	T20	21	99,02	1,68	0,166	0	0,166	100	0,0475	108,81	107,81	0,90	1,00	0,23	1,13	6,25	0,011	0,65
		22		1,92	0,19	0	0,19			104,11	103,11	0,90	1,00	0,23	1,13	2,18	0,011	
	T21	22	96,16	1,68	0,162	0,166	0,328	100	0,0121	104,11	103,11	0,90	1,00	0,35	0,62	2,28	0,013	0,65
		7		1,92	0,184	0,19	0,374			102,94	101,94	0,90	1,00	0,35	0,62	2,6	0,013	
C6	T22	23	98,06	1,68	0,165	0	0,165	100	0,0535	108,50	107,50	0,90	1,00	0,22	1,19	6,82	0,011	0,65
		24		1,92	0,188	0	0,188			103,25	102,25	0,90	1,00	0,22	1,19	2,14	0,011	
	T23	24	98,94	1,68	0,166	0,165	0,331	100	0,051	103,25	102,25	0,90	1,00	0,22	1,16	6,58	0,011	0,65
		8		1,92	0,19	0,188	0,378			98,21	97,21	0,90	1,00	0,22	1,16	2,16	0,011	
C7	T24	25	99,37	1,68	0,167	0	0,167	100	0,06	107,09	106,09	0,90	1,00	0,21	1,25	7,41	0,011	0,65
		26		1,92	0,19	0	0,19			101,13	100,13	0,90	1,00	0,21	1,25	2,11	0,011	
	T25	26	98,57	1,68	0,166	0,167	0,333	100	0,0426	101,13	100,13	0,90	1,00	0,23	1,08	5,77	0,011	0,65
		9		1,92	0,189	0,19	0,379			96,93	95,93	0,90	1,00	0,23	1,08	2,21	0,011	
C8	T26	27	99,83	1,68	0,168	0	0,168	100	0,0186	100,98	99,98	0,90	1,00	0,31	0,74	3,17	0,012	0,65
		28		1,92	0,191	0	0,191			99,13	98,13	0,90	1,00	0,31	0,73	2,48	0,012	
	T27	28	97,05	1,68	0,163	0,168	0,331	100	0,0275	99,13	98,13	0,90	1,00	0,27	0,88	4,21	0,012	0,65
		10		1,92	0,186	0,191	0,377			96,46	95,46	0,90	1,00	0,27	0,88	2,35	0,012	
C9	T28	29	99,18	1,68	0,167	0	0,167	100	0,0192	99,30	98,30	0,90	1,00	0,3	0,75	3,25	0,012	0,65
		30		1,92	0,19	0	0,19			97,40	96,40	0,90	1,00	0,3	0,74	2,47	0,012	
	T29	30	96,14	1,68	0,162	0,167	0,328	100	0,0146	97,40	96,40	0,90	1,00	0,33	0,67	2,63	0,013	0,65
		11		1,92	0,184	0,19	0,374			96,00	95,00	0,90	1,00	0,33	0,67	2,55	0,013	
C10	T30	31	97,83	1,68	0,164	0	0,164	100	0,0446	101,14	100,14	0,90	1,00	0,23	1,1	5,97	0,011	0,65
		32		1,92	0,188	0	0,188			96,78	95,78	0,90	1,00	0,23	1,1	2,2	0,011	
	T31	32	96,3	1,68	0,162	0,164	0,326	100	0,0185	96,78	95,78	0,90	1,00	0,31	0,74	3,16	0,012	0,65
		12		1,92	0,185	0,188	0,372			95,00	94,00	0,90	1,00	0,31	0,73	2,48	0,012	

N. COL	TR.	PV INICIAL / FINAL	EXT. (m)	C. LINEAR (l/s/km) inicial/final	C. Trecho (l/s) inicial/final	Q mon(l/s) inicial/final	Q jus(l/s) inicial/final	Diametro (m)	Declividade (m/m)	Cota Terreno (m)	Cota Coletor (m)	Recb. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/d inicial/final	V (m/s) inicial/final	V. Crítica (m/s)	n manning	Largura da Vala (m)
C11	T35	36	82,27	1,68	0,138	0	0,138	100	0,0065	109,68	108,68	0,90	1,00	0,41	0,49	1,4	0,013	0,65
		37		1,92	0,158	0	0,158			109,15	108,15	0,90	1,00	0,41	0,49	2,78	0,013	
	T36	37	84,27	1,68	0,142	0,138	0,28	100	0,0136	109,15	108,15	0,90	1,00	0,33	0,65	2,49	0,013	0,65
		38		1,92	0,162	0,158	0,319			108,00	107,00	0,90	1,00	0,33	0,65	2,57	0,013	
	T37	38	75,76	1,68	0,127	0,28	0,407	100	0,0942	108,00	107,00	0,90	1,00	0,18	1,56	10,15	0,01	0,65
		39		1,92	0,145	0,319	0,464			100,86	99,86	0,90	1,00	0,18	1,57	1,97	0,01	
	T38	39	82,73	1,68	0,139	2,791	2,93	150	0,0045	100,86	99,81	0,90	1,05	0,36	0,5	1,32	0,013	0,8
		40		1,92	0,159	3,183	3,342			101,01	99,44	1,42	1,57	0,39	0,52	3,34	0,013	
	T39	40	75,9	1,68	0,128	2,93	3,058	150	0,0045	101,01	99,44	1,42	1,57	0,37	0,51	1,34	0,013	0,8
		33		1,92	0,146	3,342	3,487			100,44	99,10	1,20	1,35	0,4	0,53	3,37	0,013	
	T32	33	71,09	1,68	0,119	5,596	5,715	150	0,0149	100,44	97,19	3,11	3,26	0,35	1,04	4,23	0,011	0,8
		34		1,92	0,136	6,382	6,518			97,18	96,13	0,90	1,05	0,38	1,08	3,29	0,011	
	T33	34	73,06	1,68	0,123	5,715	5,838	150	0,0222	97,18	96,13	0,90	1,05	0,31	1,26	5,71	0,011	0,8
		35		1,92	0,14	6,518	6,658			95,56	94,51	0,90	1,05	0,33	1,29	3,14	0,01	
	T34	35	59,67	1,68	0,1	5,838	5,938	150	0,0181	95,56	94,51	0,90	1,05	0,33	1,15	4,95	0,011	0,8
C12		13		1,92	0,114	6,658	6,773			94,48	93,43	0,90	1,05	0,36	1,19	3,23	0,011	
	T40	41	97,19	1,68	0,163	0	0,163	100	0,0229	113,00	112,00	0,90	1,00	0,29	0,81	3,7	0,012	0,65
		42		1,92	0,186	0	0,186			110,77	109,77	0,90	1,00	0,29	0,81	2,41	0,012	
	T41	42	97,18	1,68	0,163	0,163	0,327	100	0,0152	110,77	109,77	0,90	1,00	0,32	0,68	2,71	0,013	0,65
		43		1,92	0,186	0,186	0,373			109,30	108,30	0,90	1,00	0,32	0,68	2,54	0,013	
	T42	43	51,56	1,68	0,087	0,327	0,413	100	0,0167	109,30	108,30	0,90	1,00	0,32	0,71	2,92	0,012	0,65
		44		1,92	0,099	0,373	0,471			108,43	107,43	0,90	1,00	0,32	0,7	2,51	0,012	
	T43	44	54,18	1,68	0,091	0,807	0,898	100	0,0292	108,43	107,43	0,90	1,00	0,26	0,9	4,4	0,012	0,65
		45		1,92	0,104	0,921	1,024			106,85	105,85	0,90	1,00	0,26	0,9	2,33	0,012	
	T44	45	48,49	1,68	0,082	1,329	1,411	100	0,0633	106,85	104,69	2,06	2,16	0,21	1,29	7,66	0,01	0,65
		46		1,92	0,093	1,516	1,609			102,63	101,63	0,90	1,00	0,21	1,32	2,12	0,01	
	T45	46	52,25	1,68	0,088	1,812	1,9	100	0,0289	102,63	101,63	0,90	1,00	0,29	1	4,73	0,011	0,65
		47		1,92	0,1	2,067	2,167			101,12	100,12	0,90	1,00	0,31	1,03	2,5	0,011	
	T46	47	48,98	1,68	0,082	2,301	2,384	100	0,0052	101,12	100,12	0,90	1,00	0,58	0,51	1,39	0,013	0,65
		39		1,92	0,094	2,625	2,719			100,86	99,86	0,90	1,00	0,63	0,52	3,17	0,013	

N. COL	TR.	PV INICIAL / FINAL	EXT. (m)	C. LINEAR (l/s/km) inicial/final	C. Trecho (l/s) inicial/final	Q mon(l/s) inicial/final	Q jus(l/s) inicial/final	Diametro (m)	Declividade (m/m)	Cota Terreno (m)	Cota Coletor (m)	Recb. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/d inicial/final	V (m/s) inicial/final	V. Crítica (m/s)	n manning	Largura da Vala (m)
C13	T47	48	99,6	1,68	0,167	0	0,167	100	0,0373	113,14	112,14	0,90	1,00	0,24	1,02	5,23	0,011	0,65
		49		1,92	0,191	0	0,191			109,43	108,43	0,90	1,00	0,24	1,02	2,25	0,011	
	T48	49	76,58	1,68	0,129	0,167	0,296	100	0,0074	109,43	108,43	0,90	1,00	0,4	0,51	1,54	0,013	0,65
		50		1,92	0,147	0,191	0,338			108,87	107,87	0,90	1,00	0,4	0,51	2,75	0,013	
	T49	50	58,15	1,68	0,098	0,296	0,394	100	0,0074	108,87	107,87	0,90	1,00	0,4	0,52	1,55	0,013	0,65
		44		1,92	0,111	0,338	0,449			108,43	107,43	0,90	1,00	0,4	0,51	2,75	0,013	
C14	T50	51	98,33	1,68	0,165	0	0,165	100	0,0397	113,14	112,14	0,90	1,00	0,24	1,05	5,48	0,011	0,65
		52		1,92	0,188	0	0,188			109,23	108,23	0,90	1,00	0,24	1,04	2,23	0,011	
	T51	52	89,95	1,68	0,151	0,165	0,316	100	0,0359	109,23	108,23	0,90	1,00	0,25	1	5,09	0,011	0,65
		53		1,92	0,172	0,188	0,361			106,00	105,00	0,90	1,00	0,25	1	2,26	0,011	
	T52	53	68,22	1,68	0,115	0,316	0,431	100	0,0045	106,00	105,00	0,90	1,00	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		45		1,92	0,131	0,361	0,492			106,85	104,69	2,06	2,16	0,46	0,43	2,89	0,013	
C15	T53	54	97,18	1,68	0,163	0	0,163	100	0,0257	112,62	111,62	0,90	1,00	0,28	0,85	4,02	0,012	0,65
		55		1,92	0,186	0	0,186			110,12	109,12	0,90	1,00	0,28	0,85	2,37	0,012	
	T54	55	73,17	1,68	0,123	0,163	0,286	100	0,0718	110,12	109,12	0,90	1,00	0,2	1,37	8,4	0,01	0,65
		56		1,92	0,14	0,186	0,327			104,87	103,87	0,90	1,00	0,2	1,36	2,05	0,01	
	T55	56	68,47	1,68	0,115	0,286	0,401	100	0,0327	104,87	103,87	0,90	1,00	0,25	0,96	4,77	0,011	0,65
		46		1,92	0,131	0,327	0,458			102,63	101,63	0,90	1,00	0,25	0,95	2,29	0,011	
C16	T56	57	96,3	1,68	0,162	0	0,162	100	0,0127	111,10	110,10	0,90	1,00	0,34	0,63	2,37	0,013	0,65
		58		1,92	0,185	0	0,185			109,88	108,88	0,90	1,00	0,34	0,63	2,59	0,013	
	T57	58	73,71	1,68	0,124	0,162	0,286	100	0,0613	109,88	108,88	0,90	1,00	0,21	1,26	7,52	0,011	0,65
		59		1,92	0,141	0,185	0,326			105,36	104,36	0,90	1,00	0,21	1,26	2,1	0,011	
	T58	59	68,69	1,68	0,115	0,286	0,401	100	0,0618	105,36	104,36	0,90	1,00	0,21	1,27	7,57	0,011	0,65
		47		1,92	0,132	0,326	0,458			101,12	100,12	0,90	1,00	0,21	1,27	2,1	0,011	

N. COL	TR.	PV INICIAL / FINAL	EXT. (m)	C. LINEAR (l/s/km) inicial/final	C. Trecho (l/s) inicial/final	Q mon(l/s) inicial/final	Q jus(l/s) inicial/final	Diametro (m)	Declividade (m/m)	Cota Terreno (m)	Cota Coletor (m)	Recb. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/d inicial/final	V (m/s) inicial/final	V. Crítica (m/s)	n manning	Largura da Vala (m)
C17	T59	60	97,19	1,68	0,163	0	0,163	100	0,0178	108,94	107,94	0,90	1,00	0,31	0,72	3,07	0,012	0,65
		61		1,92	0,186	0	0,186			107,21	106,21	0,90	1,00	0,31	0,72	2,49	0,012	
	T60	61	68,69	1,68	0,115	0,163	0,279	100	0,0245	107,21	106,21	0,90	1,00	0,28	0,83	3,88	0,012	0,65
		62		1,92	0,132	0,186	0,318			105,53	104,53	0,90	1,00	0,28	0,83	2,39	0,012	
	T61	62	57,91	1,68	0,097	0,279	0,376	100	0,0185	105,53	104,53	0,90	1,00	0,31	0,73	3,15	0,012	0,65
		63		1,92	0,111	0,318	0,429			104,46	103,46	0,90	1,00	0,31	0,73	2,48	0,012	
	T62	63	53,1	1,68	0,089	0,376	0,465	100	0,0283	104,46	103,46	0,90	1,00	0,27	0,89	4,31	0,012	0,65
		64		1,92	0,102	0,429	0,531			102,96	101,96	0,90	1,00	0,27	0,89	2,34	0,012	
	T63	64	51,56	1,68	0,087	0,847	0,933	100	0,0194	102,96	101,96	0,90	1,00	0,3	0,75	3,27	0,012	0,65
		65		1,92	0,099	0,966	1,064			101,96	100,96	0,90	1,00	0,3	0,75	2,47	0,012	
	T64	65	48,49	1,68	0,081	1,313	1,395	100	0,0198	101,96	100,96	0,90	1,00	0,3	0,76	3,32	0,012	0,65
		66		1,92	0,093	1,498	1,591			101,00	100,00	0,90	1,00	0,31	0,77	2,49	0,012	
	T65	66	52,65	1,68	0,088	1,8	1,888	100	0,018	101,00	99,91	0,99	1,09	0,34	0,79	3,36	0,012	0,65
		67		1,92	0,101	2,052	2,153			99,97	98,97	0,90	1,00	0,37	0,82	2,67	0,012	
	T66	67	50,02	1,68	0,084	2,294	2,378	100	0,0181	99,97	98,57	1,30	1,40	0,38	0,86	3,67	0,012	0,65
		68		1,92	0,096	2,616	2,712			98,67	97,67	0,90	1,00	0,41	0,89	2,78	0,012	
	T67	68	95,44	1,68	0,16	2,378	2,538	100	0,0045	98,67	97,67	0,90	1,00	0,63	0,48	1,26	0,013	0,65
		33		1,92	0,183	2,712	2,895			100,44	97,24	3,11	3,21	0,69	0,5	3,23	0,013	
C18	T68	69	96,97	1,68	0,163	0	0,163	100	0,0206	108,17	107,17	0,90	1,00	0,3	0,77	3,43	0,012	0,65
		70		1,92	0,186	0	0,186			106,17	105,17	0,90	1,00	0,3	0,76	2,45	0,012	
	T69	70	74,37	1,68	0,125	0,163	0,288	100	0,0291	106,17	105,17	0,90	1,00	0,26	0,9	4,39	0,012	0,65
		71		1,92	0,143	0,186	0,328			104,00	103,00	0,90	1,00	0,26	0,9	2,33	0,012	
	T70	71	55,5	1,68	0,093	0,288	0,381	100	0,0188	104,00	103,00	0,90	1,00	0,31	0,74	3,19	0,012	0,65
		64		1,92	0,106	0,328	0,435			102,96	101,96	0,90	1,00	0,31	0,74	2,48	0,012	
C19	T71	72	88,4	1,68	0,149	0	0,149	100	0,0142	107,03	106,03	0,90	1,00	0,33	0,66	2,58	0,013	0,65
		73		1,92	0,169	0	0,169			105,77	104,77	0,90	1,00	0,33	0,66	2,56	0,013	
	T72	73	76,78	1,68	0,129	0,149	0,278	100	0,0195	105,77	104,77	0,90	1,00	0,3	0,75	3,28	0,012	0,65
		74		1,92	0,147	0,169	0,317			104,28	103,28	0,90	1,00	0,3	0,75	2,47	0,012	
	T73	74	61	1,68	0,103	0,278	0,38	100	0,038	104,28	103,28	0,90	1,00	0,24	1,03	5,3	0,011	0,65
		65		1,92	0,117	0,317	0,434			101,96	100,96	0,90	1,00	0,24	1,02	2,24	0,011	

N. COL	TR.	PV INICIAL / FINAL	EXT. (m)	C. LINEAR (l/s/km) inicial/final	C. Trecho (l/s) inicial/final	Q mon(l/s) inicial/final	Q jus(l/s) inicial/final	Diametro (m)	Declividade (m/m)	Cota Terreno (m)	Cota Coletor (m)	Recb. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/d inicial/final	V (m/s) inicial/final	V. Crítica (m/s)	n manning	Largura da Vala (m)
C20	T74	75	90,83	1,68	0,153	0	0,153	100	0,0117	102,65	101,65	0,90	1,00	0,35	0,61	2,21	0,013	0,65
		76		1,92	0,174	0	0,174			101,59	100,59	0,90	1,00	0,35	0,61	2,61	0,013	
	T75	76	78,97	1,68	0,133	0,153	0,285	100	0,0045	101,59	100,59	0,90	1,00	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		77		1,92	0,151	0,174	0,325			101,61	100,23	1,28	1,38	0,46	0,43	2,89	0,013	
	T76	77	70,93	1,68	0,119	0,285	0,405	100	0,0045	101,61	100,23	1,28	1,38	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		66		1,92	0,136	0,325	0,461			101,00	99,91	0,99	1,09	0,46	0,43	2,89	0,013	
C21	T77	78	96,97	1,68	0,163	0	0,163	100	0,0045	101,12	100,12	0,90	1,00	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		79		1,92	0,186	0	0,186			100,81	99,69	1,02	1,12	0,46	0,43	2,89	0,013	
	T78	79	75,72	1,68	0,127	0,163	0,29	100	0,0107	100,81	99,69	1,02	1,12	0,36	0,59	2,06	0,013	0,65
		80		1,92	0,145	0,186	0,331			99,88	98,88	0,90	1,00	0,36	0,59	2,64	0,013	
	T79	80	68,69	1,68	0,115	0,29	0,406	100	0,0045	99,88	98,88	0,90	1,00	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		67		1,92	0,132	0,331	0,463			99,97	98,57	1,30	1,40	0,46	0,43	2,89	0,013	

**APENDICE B – PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO DO MODELO
CONDOMINIAL**

N. COL	TR.	PV INICIAL / FINAL	EXT. (m)	C. LINEAR (l/s/km) inicial/final	C. Trecho (l/s) inicial/final	Q mon(l/s) inicial/final	Q jus(l/s) inicial/final	Díametro (m)	Declividade (m/m)	Cota Terreno (m)	Cota Coleto r (m)	Recb. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/d inicial/final	V (m/s) inicial/final	V. Crítica (m/s)	n manning	Largura da Vala (m)
C1	T1	1	97,85	1,32	0,13	0	0,13	100	0,0237	113	112,25	0,65	0,75	0,28	0,82	3,79	0,012	0,65
		2		1,49	0,146	0	0,146			110,69	109,94	0,65	0,75	0,28	0,82	2,4	0,012	
	T2	2	65,81	1,32	0,087	0,13	0,217	100	0,0133	110,69	109,94	0,65	0,75	0,34	0,65	2,46	0,013	0,65
		3		1,49	0,098	0,146	0,244			109,81	109,06	0,65	0,75	0,34	0,65	2,57	0,013	
	T3	3	93,89	1,32	0,124	0,217	0,341	100	0,0156	109,81	109,06	0,65	0,75	0,32	0,69	2,77	0,013	0,65
		4		1,49	0,14	0,244	0,384			108,35	107,6	0,65	0,75	0,32	0,69	2,53	0,013	
	T4	4	97,85	1,32	0,13	0,341	0,471	100	0,0229	108,35	107,6	0,65	0,75	0,29	0,81	3,7	0,012	0,65
		5		1,49	0,146	0,384	0,529			106,1	105,35	0,65	0,75	0,29	0,8	2,41	0,012	
	T5	5	83,17	1,32	0,11	0,471	0,581	100	0,0221	106,1	105,35	0,65	0,75	0,29	0,79	3,61	0,012	0,65
		6		1,49	0,124	0,529	0,653			104,26	103,51	0,65	0,75	0,29	0,79	2,42	0,012	
	T6	6	47,45	1,32	0,063	0,581	0,644	100	0,0249	104,26	103,51	0,65	0,75	0,28	0,84	3,93	0,012	0,65
		7		1,49	0,071	0,653	0,724			103,08	102,33	0,65	0,75	0,28	0,84	2,38	0,012	
	T7	7	46,4	1,32	0,061	1,887	1,949	100	0,023	103,08	102,32	0,663	0,763	0,32	0,9	4,07	0,012	0,65
		8		1,49	0,069	2,122	2,191			102	101,25	0,65	0,75	0,34	0,92	2,59	0,012	
	T8	8	57,54	1,32	0,076	2,603	2,679	100	0,0174	102	101,25	0,65	0,75	0,41	0,88	3,73	0,012	0,65
		9		1,49	0,086	2,927	3,013			101	100,25	0,65	0,75	0,44	0,9	2,85	0,012	
	T9	9	45,59	1,32	0,06	3,33	3,391	100	0,0101	101	99,691	1,207	1,307	0,57	0,73	2,68	0,012	0,65
		10		1,49	0,068	3,745	3,813			99,98	99,23	0,65	0,75	0,62	0,75	3,15	0,012	
	T10	10	54,46	1,32	0,072	4,696	4,768	100	0,0166	99,98	98,858	1,022	1,122	0,56	1,05	4,38	0,011	0,65
		11		1,49	0,081	5,28	5,361			98,703	97,953	0,65	0,75	0,61	1,07	3,14	0,011	
	T11	11	99,51	1,32	0,132	5,425	5,557	100	0,0259	98,703	97,953	0,65	0,75	0,51	1,37	6,44	0,01	0,65
		12		1,49	0,148	6,1	6,248			96,13	95,38	0,65	0,75	0,56	1,39	3,07	0,01	
	T12	12	99,93	1,32	0,132	5,557	5,689	100	0,0206	96,13	95,38	0,65	0,75	0,57	1,22	5,47	0,011	0,65
		13		1,49	0,149	6,248	6,397			94,077	93,327	0,65	0,75	0,63	1,24	3,16	0,011	
	T13	13	11,32	1,32	0,015	11,59	11,605	200	0,0068	94,077	93,227	0,65	0,85	0,43	0,9	3	0,012	0,85
		14		1,49	0,017	13,033	13,05			94	93,15	0,65	0,85	0,46	0,93	4,09	0,012	

N. CO L	TR.	PV INICIAL / FINAL	EXT. (m)	C. LINEAR (l/s/km) inicial/fin al	C. Trecho (l/s) inicial/fin al	Q mon(l/s) inicial/fin al	Q jus(l/s) inicial/fin al	Diametr o (m)	Declividad e (m/m)	Cota Terren o (m)	Cota Coletor (m)	Recb. (m) mon/ju s	Prof. Vala (m) mon/ju s	y/d inicial/fin al	V (m/s) inicial/fin al	V. Crítica (m/s)	n manning	Largura da Vala (m)
C2	T14	15	99,59	1,32	0,132	0	0,132	100	0,0149	112,64	111,89	0,65	0,75	0,33	0,68	2,67	0,013	0,65
		16		1,49	0,148	0	0,148			111,15	110,4	0,65	0,75	0,33	0,67	2,54	0,013	
	T15	16	87,59	1,32	0,116	0,132	0,248	100	0,0121	111,15	110,4	0,65	0,75	0,35	0,62	2,27	0,013	0,65
		17		1,49	0,13	0,148	0,279			110,09	109,34	0,65	0,75	0,35	0,62	2,6	0,013	
	T16	17	47,11	1,32	0,062	0,248	0,31	100	0,0285	110,09	109,34	0,65	0,75	0,27	0,89	4,33	0,012	0,65
		18		1,49	0,07	0,279	0,349			108,75	108	0,65	0,75	0,27	0,89	2,34	0,012	
	T17	18	51,89	1,32	0,069	0,818	0,887	100	0,0258	108,75	107,98	0,671	0,771	0,28	0,85	4,03	0,012	0,65
		19		1,49	0,077	0,92	0,998			107,39	106,64	0,65	0,75	0,28	0,85	2,37	0,012	
	T18	19	52,94	1,32	0,07	1,395	1,465	100	0,0186	107,39	105,8	1,493	1,593	0,31	0,74	3,17	0,012	0,65
		20		1,49	0,079	1,568	1,647			105,56	104,81	0,65	0,75	0,32	0,76	2,53	0,012	
	T19	20	51,1	1,32	0,068	1,97	2,038	100	0,0234	105,56	103,78	1,682	1,782	0,32	0,92	4,18	0,012	0,65
		21		1,49	0,076	2,215	2,292			103,33	102,58	0,65	0,75	0,35	0,95	2,6	0,011	
	T20	21	52,65	1,32	0,07	2,546	2,615	100	0,0806	103,33	101,89	1,348	1,448	0,24	1,78	11,28	0,009	0,65
		22		1,49	0,078	2,863	2,941			98,391	97,641	0,65	0,75	0,26	1,83	2,31	0,009	
	T21	22	51,96	1,32	0,069	3,123	3,191	100	0,0244	98,391	97,445	0,846	0,946	0,4	1,1	5,1	0,011	0,65
		23		1,49	0,077	3,511	3,589			96,926	96,176	0,65	0,75	0,42	1,13	2,81	0,011	
	T22	23	60,03	1,32	0,079	3,702	3,782	150	0,0074	96,926	96,104	0,672	0,822	0,36	0,66	2,15	0,013	0,8
		24		1,49	0,089	4,163	4,253			96,461	95,661	0,65	0,8	0,39	0,68	3,32	0,013	
	T23	24	53,46	1,32	0,071	4,295	4,365	150	0,0087	96,461	95,661	0,65	0,8	0,37	0,73	2,59	0,012	0,8
		25		1,49	0,08	4,829	4,909			95,995	95,195	0,65	0,8	0,4	0,75	3,36	0,012	
	T24	25	52,56	1,32	0,07	4,877	4,947	150	0,0158	95,995	95,029	0,816	0,966	0,32	1,02	4,19	0,011	0,8
		26		1,49	0,078	5,484	5,562			94,996	94,196	0,65	0,8	0,34	1,05	3,17	0,011	
	T25	26	47,22	1,32	0,063	5,456	5,518	150	0,0085	94,996	94,158	0,688	0,838	0,42	0,78	2,76	0,012	0,8
		27		1,49	0,07	6,135	6,205			94,559	93,759	0,65	0,8	0,45	0,8	3,52	0,012	
	T26	27	98,47	1,32	0,13	5,771	5,901	150	0,0049	94,559	93,759	0,65	0,8	0,52	0,63	1,85	0,013	0,8
		13		1,49	0,147	6,489	6,636			94,077	93,277	0,65	0,8	0,56	0,65	3,77	0,013	

N. CO L	TR.	PV INICIAL / FINAL	EXT. (m)	C. LINEAR (l/s/km) inicial/fin al	C. Trecho (l/s) inicial/fin al	Q mon(l/s) inicial/fin al	Q jus(l/s) inicial/fin al	Diametr o (m)	Declividad e (m/m)	Cota Terren o (m)	Cota Coletor (m)	Recb. (m) mon/ju s	Prof. Vala (m) mon/ju s	y/d inicial/fin al	V (m/s) inicial/fin al	V. Crític a (m/s)	n mannin g	Largur a da Vala (m)
C3	T27	28	98,47	1,32	0,13	0	0,13	100	0,0362	113,01	112,26	0,65	0,75	0,24	1,01	5,11	0,011	0,65
		29		1,49	0,147	0	0,147			109,44	108,69	0,65	0,75	0,25	1	2,26	0,011	
	T28	29	89,57	1,32	0,119	0,13	0,249	100	0,0061	109,44	108,69	0,65	0,75	0,42	0,48	1,34	0,013	0,65
		30		1,49	0,133	0,147	0,28			108,89	108,14	0,65	0,75	0,42	0,48	2,8	0,013	
	T29	30	94,59	1,32	0,125	0,249	0,374	100	0,0144	108,89	108,14	0,65	0,75	0,33	0,67	2,6	0,013	0,65
		31		1,49	0,141	0,28	0,421			107,54	106,79	0,65	0,75	0,33	0,66	2,55	0,013	
	T30	31	98,02	1,32	0,13	0,374	0,504	100	0,027	107,54	106,79	0,65	0,75	0,27	0,87	4,16	0,012	0,65
		32		1,49	0,146	0,421	0,567			104,89	104,14	0,65	0,75	0,27	0,87	2,36	0,012	
	T31	32	72,57	1,32	0,096	0,504	0,6	100	0,0201	104,89	104,14	0,65	0,75	0,3	0,76	3,37	0,012	0,65
		33		1,49	0,108	0,567	0,675			103,43	102,68	0,65	0,75	0,3	0,76	2,46	0,012	
	T32	33	9,71	1,32	0,013	0,6	0,613	100	0,0359	103,43	102,68	0,65	0,75	0,25	1	5,08	0,011	0,65
C4		7		1,49	0,014	0,675	0,689			103,08	102,33	0,65	0,75	0,25	1	2,26	0,011	
	T33	34	98,93	1,32	0,131	0	0,131	100	0,0397	113,13	112,38	0,65	0,75	0,24	1,05	5,47	0,011	0,65
		35		1,49	0,147	0	0,147			109,2	108,45	0,65	0,75	0,24	1,04	2,23	0,011	
	T34	35	98,92	1,32	0,131	0,131	0,262	100	0,0053	109,2	108,45	0,65	0,75	0,44	0,45	1,19	0,013	0,65
		36		1,49	0,147	0,147	0,295			108,68	107,93	0,65	0,75	0,44	0,45	2,84	0,013	
	T35	36	95,73	1,32	0,127	0,262	0,389	100	0,0136	108,68	107,93	0,65	0,75	0,33	0,65	2,5	0,013	0,65
		37		1,49	0,143	0,295	0,437			107,37	106,62	0,65	0,75	0,33	0,65	2,57	0,013	
	T36	37	97,33	1,32	0,129	0,389	0,518	100	0,0266	107,37	106,62	0,65	0,75	0,27	0,87	4,12	0,012	0,65
		38		1,49	0,145	0,437	0,582			104,78	104,03	0,65	0,75	0,27	0,86	2,36	0,012	
	T37	38	75,42	1,32	0,1	0,518	0,618	100	0,0221	104,78	104,03	0,65	0,75	0,29	0,79	3,6	0,012	0,65
		39		1,49	0,112	0,582	0,694			103,11	102,36	0,65	0,75	0,29	0,79	2,42	0,012	
	T38	39	9,79	1,32	0,013	0,618	0,631	100	0,0045	103,11	102,36	0,65	0,75	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		7		1,49	0,015	0,694	0,709			103,08	102,32	0,663	0,763	0,46	0,43	2,89	0,013	

N. COL	TR.	PV INICIAL / FINAL	EXT. (m)	C. LINEAR (l/s/km) inicial/fin al	C. Trecho (l/s) inicial/fin al	Q mon(l/s) inicial/fin al	Q jus(l/s) inicial/fin al	Diametr o (m)	Declividad e (m/m)	Cota Terren o (m)	Cota Coletor (m)	Recb. (m) mon/ju s	Prof. Vala (m) mon/ju s	y/d inicial/fin al	V (m/s) inicial/fin al	V. Crític a (m/s)	n mannin g	Largur a da Vala (m)
C5	T39	40	98,61	1,32	0,131	0	0,131	100	0,0408	113,14	112,39	0,65	0,75	0,24	1,06	5,59	0,011	0,65
		41		1,49	0,147	0	0,147			109,12	108,37	0,65	0,75	0,24	1,06	2,22	0,011	
	T40	41	98,96	1,32	0,131	0,131	0,262	100	0,0275	109,12	108,37	0,65	0,75	0,27	0,88	4,22	0,012	0,65
		42		1,49	0,147	0,147	0,294			106,39	105,64	0,65	0,75	0,27	0,88	2,35	0,012	
	T41	42	98,25	1,32	0,13	0,262	0,392	100	0,0045	106,39	105,64	0,65	0,75	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		43		1,49	0,146	0,294	0,441			106,91	105,2	1,608	1,708	0,46	0,43	2,89	0,013	
	T42	43	98,84	1,32	0,131	0,392	0,523	100	0,0125	106,91	105,2	1,608	1,708	0,34	0,63	2,33	0,013	0,65
		44		1,49	0,147	0,441	0,588			104,71	103,96	0,65	0,75	0,34	0,63	2,59	0,013	
	T43	44	99,61	1,32	0,132	0,523	0,655	100	0,0273	104,71	103,96	0,65	0,75	0,27	0,88	4,19	0,012	0,65
C6		8		1,49	0,148	0,588	0,736			102	101,25	0,65	0,75	0,27	0,87	2,35	0,012	
	T44	45	98,49	1,32	0,13	0	0,13	100	0,0243	112,48	111,73	0,65	0,75	0,28	0,83	3,86	0,012	0,65
		46		1,49	0,147	0	0,147			110,09	109,34	0,65	0,75	0,28	0,83	2,39	0,012	
	T45	46	99,99	1,32	0,132	0,13	0,263	100	0,0679	110,09	109,34	0,65	0,75	0,2	1,33	8,08	0,01	0,65
		47		1,49	0,149	0,147	0,296			103,31	102,56	0,65	0,75	0,2	1,33	2,07	0,01	
	T46	47	94,24	1,32	0,125	0,263	0,388	100	0,017	103,31	102,56	0,65	0,75	0,31	0,71	2,95	0,012	0,65
		48		1,49	0,14	0,296	0,436			101,71	100,96	0,65	0,75	0,31	0,71	2,51	0,012	
	T47	48	99,04	1,32	0,131	0,388	0,519	100	0,0083	101,71	100,96	0,65	0,75	0,39	0,54	1,69	0,013	0,65
		49		1,49	0,147	0,436	0,583			100,89	100,14	0,65	0,75	0,39	0,54	2,71	0,013	
	T48	49	99,61	1,32	0,132	0,519	0,651	100	0,0045	100,89	100,14	0,65	0,75	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		9		1,49	0,148	0,583	0,732			101	99,691	1,207	1,307	0,46	0,43	2,89	0,013	

N. COL	TR.	PV INICIAL / FINAL	EXT. (m)	C. LINEAR (l/s/km) inicial/fin al	C. Trecho (l/s) inicial/fin al	Q mon(l/s) inicial/fin al	Q jus(l/s) inicial/fin al	Diametr o (m)	Declividad e (m/m)	Cota Terren o (m)	Cota Coletor (m)	Recb. (m) mon/ju s	Prof. Vala (m) mon/ju s	y/d inicial/fin al	V (m/s) inicial/fin al	V. Crític a (m/s)	n mannin g	Largur a da Vala (m)
C7	T49	50	98	1,32	0,13	0	0,13	100	0,0144	111,23	110,48	0,65	0,75	0,33	0,67	2,6	0,013	0,65
		51		1,49	0,146	0	0,146			109,83	109,08	0,65	0,75	0,33	0,66	2,55	0,013	
	T50	51	99,19	1,32	0,131	0,13	0,261	100	0,0627	109,83	109,08	0,65	0,75	0,21	1,28	7,64	0,011	0,65
		52		1,49	0,148	0,146	0,294			103,61	102,86	0,65	0,75	0,21	1,28	2,1	0,011	
	T51	52	98	1,32	0,13	0,261	0,391	100	0,0164	103,61	102,86	0,65	0,75	0,32	0,7	2,88	0,012	0,65
		53		1,49	0,146	0,294	0,44			102	101,25	0,65	0,75	0,32	0,7	2,51	0,013	
	T52	53	98,43	1,32	0,13	0,391	0,521	100	0,0193	102	101,25	0,65	0,75	0,3	0,75	3,27	0,012	0,65
		54		1,49	0,147	0,44	0,586			100,1	99,348	0,65	0,75	0,3	0,75	2,47	0,012	
	T53	54	90,55	1,32	0,12	0,521	0,641	100	0,0045	100,1	99,348	0,65	0,75	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		55		1,49	0,135	0,586	0,721			100,06	98,941	1,02	1,12	0,46	0,43	2,89	0,013	
C8	T54	55	7,74	1,32	0,01	0,641	0,651	100	0,0045	100,06	98,941	1,02	1,12	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		10		1,49	0,012	0,721	0,733			99,98	98,906	0,974	1,074	0,46	0,43	2,89	0,013	
	T55	56	98,1	1,32	0,13	0	0,13	100	0,012	110,95	110,2	0,65	0,75	0,35	0,62	2,27	0,013	0,65
		57		1,49	0,146	0	0,146			109,77	109,02	0,65	0,75	0,35	0,62	2,6	0,013	
	T56	57	98,43	1,32	0,13	0,13	0,26	100	0,0599	109,77	109,02	0,65	0,75	0,21	1,25	7,41	0,011	0,65
		58		1,49	0,147	0,146	0,293			103,88	103,13	0,65	0,75	0,21	1,25	2,11	0,011	
	T57	58	98	1,32	0,13	0,26	0,39	100	0,0208	103,88	103,13	0,65	0,75	0,3	0,77	3,45	0,012	0,65
		59		1,49	0,146	0,293	0,439			101,84	101,09	0,65	0,75	0,3	0,77	2,45	0,012	
	T58	59	98,86	1,32	0,131	0,39	0,521	100	0,018	101,84	101,09	0,65	0,75	0,31	0,73	3,09	0,012	0,65
		60		1,49	0,147	0,439	0,586			100,06	99,309	0,65	0,75	0,31	0,72	2,49	0,012	
	T59	60	89,62	1,32	0,119	0,521	0,64	100	0,0045	100,06	99,309	0,65	0,75	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		61		1,49	0,133	0,586	0,719			100,01	98,906	1,004	1,104	0,46	0,43	2,89	0,013	
	T60	61	10,55	1,32	0,014	0,64	0,654	100	0,0045	100,01	98,906	1,004	1,104	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		10		1,49	0,016	0,719	0,735			99,98	98,858	1,022	1,122	0,46	0,43	2,89	0,013	

N. CO L	TR.	PV INICIAL / FINAL	EXT. (m)	C. LINEAR (l/s/km) inicial/fin al	C. Trecho (l/s) inicial/fin al	Q mon(l/s) inicial/fin al	Q jus(l/s) inicial/fin al	Diametr o (m)	Declividad e (m/m)	Cota Terren o (m)	Cota Coletor (m)	Recb. (m) mon/ju s	Prof. Vala (m) mon/ju s	y/d inicial/fin al	V (m/s) inicial/fin al	V. Crític a (m/s)	n manning	Largur a da Vala (m)
C9	T61	62	96,3	1,32	0,128	0	0,128	100	0,0073	109,91	109,16	0,65	0,75	0,4	0,51	1,54	0,013	0,65
		63		1,49	0,143	0	0,143			109,2	108,45	0,65	0,75	0,4	0,51	2,75	0,013	
	T62	63	96,96	1,32	0,128	0,128	0,256	100	0,0335	109,2	108,45	0,65	0,75	0,25	0,97	4,85	0,011	0,65
		64		1,49	0,144	0,143	0,288			105,95	105,2	0,65	0,75	0,25	0,96	2,28	0,011	
	T63	64	98,72	1,32	0,131	0,256	0,387	100	0,0605	105,95	105,2	0,65	0,75	0,21	1,26	7,46	0,011	0,65
		65		1,49	0,147	0,288	0,435			99,971	99,221	0,65	0,75	0,21	1,26	2,11	0,011	
	T64	65	97,19	1,32	0,129	0,387	0,515	100	0,0045	99,971	99,221	0,65	0,75	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		66		1,49	0,145	0,435	0,58			100,85	98,784	1,966	2,066	0,46	0,43	2,89	0,013	
	T65	66	97,18	1,32	0,129	0,515	0,644	100	0,0058	100,85	98,784	1,966	2,066	0,43	0,47	1,27	0,013	0,65
		67		1,49	0,145	0,58	0,724			98,973	98,223	0,65	0,75	0,43	0,47	2,82	0,013	
C10	T66	67	9,86	1,32	0,013	0,644	0,657	100	0,0274	98,973	98,223	0,65	0,75	0,27	0,88	4,21	0,012	0,65
		11		1,49	0,015	0,724	0,739			98,703	97,953	0,65	0,75	0,27	0,88	2,35	0,012	
	T67	68	99,96	1,32	0,132	0	0,132	100	0,0171	111,58	110,83	0,65	0,75	0,31	0,71	2,98	0,012	0,65
		69		1,49	0,149	0	0,149			109,87	109,12	0,65	0,75	0,31	0,71	2,5	0,012	
	T68	69	84,7	1,32	0,112	0,132	0,245	100	0,0106	109,87	109,12	0,65	0,75	0,36	0,59	2,05	0,013	0,65
		70		1,49	0,126	0,149	0,275			108,97	108,22	0,65	0,75	0,36	0,59	2,64	0,013	
C11	T69	70	8	1,32	0,011	0,245	0,255	100	0,0278	108,97	108,22	0,65	0,75	0,27	0,88	4,25	0,012	0,65
		18		1,49	0,012	0,275	0,287			108,75	108	0,65	0,75	0,27	0,88	2,35	0,012	
	T70	71	97,11	1,32	0,129	0	0,129	100	0,0186	111,31	110,56	0,65	0,75	0,31	0,74	3,17	0,012	0,65
		72		1,49	0,145	0	0,145			109,51	108,76	0,65	0,75	0,31	0,73	2,48	0,012	
	T71	72	86,35	1,32	0,114	0,129	0,243	100	0,0086	109,51	108,76	0,65	0,75	0,38	0,55	1,75	0,013	0,65
		73		1,49	0,129	0,145	0,273			108,76	108,01	0,65	0,75	0,38	0,54	2,7	0,013	
	T72	73	7,61	1,32	0,01	0,243	0,253	100	0,0045	108,76	108,01	0,65	0,75	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		18		1,49	0,011	0,273	0,285			108,75	107,98	0,671	0,771	0,46	0,43	2,89	0,013	

N. CO L	TR.	PV INICIAL / FINAL	EXT. (m)	C. LINEAR (l/s/km) inicial/fin al	C. Trecho (l/s) inicial/fin al	Q mon(l/s) inicial/fin al	Q jus(l/s) inicial/fin al	Diametr o (m)	Declividad e (m/m)	Cota Terren o (m)	Cota Coletor (m)	Recb. (m) mon/ju s	Prof. Vala (m) mon/ju s	y/d inicial/fin al	V (m/s) inicial/fin al	V. Crític a (m/s)	n manning	Largur a da Vala (m)
C12	T73	74	98,76	1,32	0,131	0	0,131	100	0,0276	110,21	109,46	0,65	0,75	0,27	0,88	4,23	0,012	0,65
		75		1,49	0,147	0	0,147			107,48	106,73	0,65	0,75	0,27	0,88	2,35	0,012	
	T74	75	84,95	1,32	0,113	0,131	0,243	100	0,0045	107,48	106,73	0,65	0,75	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		76		1,49	0,127	0,147	0,274			107,57	106,35	1,125	1,225	0,46	0,43	2,89	0,013	
	T75	76	7,6	1,32	0,01	0,243	0,253	100	0,0045	107,57	106,35	1,125	1,225	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		19		1,49	0,011	0,274	0,285			107,39	106,31	0,978	1,078	0,46	0,43	2,89	0,013	
C13	T76	77	99,36	1,32	0,132	0	0,132	100	0,0308	110,03	109,28	0,65	0,75	0,26	0,93	4,57	0,012	0,65
		78		1,49	0,148	0	0,148			106,96	106,21	0,65	0,75	0,26	0,93	2,31	0,012	
	T77	78	83,49	1,32	0,111	0,132	0,242	100	0,0045	106,96	106,21	0,65	0,75	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		79		1,49	0,124	0,148	0,272			107,34	105,84	1,401	1,501	0,46	0,43	2,89	0,013	
	T78	79	9,16	1,32	0,012	0,242	0,254	100	0,0045	107,34	105,84	1,401	1,501	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		19		1,49	0,014	0,272	0,286			107,39	105,8	1,493	1,593	0,46	0,43	2,89	0,013	
C14	T79	80	97,64	1,32	0,129	0	0,129	100	0,0384	108,7	107,95	0,65	0,75	0,24	1,03	5,34	0,011	0,65
		81		1,49	0,145	0	0,145			104,95	104,2	0,65	0,75	0,24	1,03	2,24	0,011	
	T80	81	83,8	1,32	0,111	0,129	0,24	100	0,0045	104,95	104,2	0,65	0,75	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		82		1,49	0,125	0,145	0,27			106	103,83	2,075	2,175	0,46	0,43	2,89	0,013	
	T81	82	9,87	1,32	0,013	0,24	0,253	100	0,0045	106	103,83	2,075	2,175	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		20		1,49	0,015	0,27	0,285			105,56	103,78	1,682	1,782	0,46	0,43	2,89	0,013	
C15	T82	83	98,42	1,32	0,13	0	0,13	100	0,0357	108,51	107,76	0,65	0,75	0,25	1	5,07	0,011	0,65
		84		1,49	0,147	0	0,147			105	104,25	0,65	0,75	0,25	0,99	2,26	0,011	
	T83	84	83,89	1,32	0,111	0,13	0,241	100	0,0045	105	104,25	0,65	0,75	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		85		1,49	0,125	0,147	0,272			105,34	103,87	1,365	1,465	0,46	0,43	2,89	0,013	
	T84	85	7,88	1,32	0,01	0,241	0,252	100	0,0045	105,34	103,87	1,365	1,465	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		20		1,49	0,012	0,272	0,283			105,56	103,84	1,625	1,725	0,46	0,43	2,89	0,013	

N. CO L	TR.	PV INICIAL / FINAL	EXT. (m)	C. LINEAR (l/s/km) inicial/fin al	C. Trecho (l/s) inicial/fin al	Q mon(l/s) inicial/fin al	Q jus(l/s) inicial/fin al	Diametr o (m)	Declividad e (m/m)	Cota Terren o (m)	Cota Coletor (m)	Recb. (m) mon/ju s	Prof. Vala (m) mon/ju s	y/d inicial/fin al	V (m/s) inicial/fin al	V. Crític a (m/s)	n mannin g	Largur a da Vala (m)
C16	T85	86	98,72	1,32	0,131	0	0,131	100	0,0474	108,8	108,05	0,65	0,75	0,23	1,13	6,24	0,011	0,65
		87		1,49	0,147	0	0,147			104,12	103,37	0,65	0,75	0,23	1,13	2,18	0,011	
	T86	87	84,98	1,32	0,113	0,131	0,243	100	0,0045	104,12	103,37	0,65	0,75	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		88		1,49	0,127	0,147	0,274			103,74	102,99	0,652	0,752	0,46	0,43	2,89	0,013	
	T87	88	8,15	1,32	0,011	0,243	0,254	100	0,0493	103,74	102,99	0,652	0,752	0,22	1,15	6,42	0,011	0,65
		21		1,49	0,012	0,274	0,286			103,33	102,58	0,65	0,75	0,22	1,15	2,17	0,011	
C17	T88	89	98,72	1,32	0,131	0	0,131	100	0,0477	108,81	108,06	0,65	0,75	0,23	1,13	6,27	0,011	0,65
		90		1,49	0,147	0	0,147			104,1	103,35	0,65	0,75	0,23	1,13	2,18	0,011	
	T89	90	82,91	1,32	0,11	0,131	0,241	100	0,0171	104,1	103,35	0,65	0,75	0,31	0,71	2,98	0,012	0,65
		91		1,49	0,123	0,147	0,27			102,68	101,93	0,65	0,75	0,31	0,71	2,5	0,012	
	T90	91	9,99	1,32	0,013	0,241	0,254	100	0,0045	102,68	101,93	0,65	0,75	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		21		1,49	0,015	0,27	0,285			103,33	101,89	1,348	1,448	0,46	0,43	2,89	0,013	
C18	T91	92	97,73	1,32	0,129	0	0,129	100	0,0523	108,53	107,78	0,65	0,75	0,22	1,18	6,71	0,011	0,65
		93		1,49	0,146	0	0,146			103,42	102,67	0,65	0,75	0,22	1,18	2,15	0,011	
	T92	93	86,66	1,32	0,115	0,129	0,244	100	0,0533	103,42	102,67	0,65	0,75	0,22	1,19	6,8	0,011	0,65
		94		1,49	0,129	0,146	0,275			98,8	98,05	0,65	0,75	0,22	1,19	2,14	0,011	
	T93	94	8,02	1,32	0,011	0,244	0,255	100	0,0509	98,8	98,05	0,65	0,75	0,22	1,16	6,58	0,011	0,65
		22		1,49	0,012	0,275	0,287			98,391	97,641	0,65	0,75	0,22	1,16	2,16	0,011	
C19	T94	95	96,55	1,32	0,128	0	0,128	100	0,057	108,37	107,62	0,65	0,75	0,21	1,22	7,14	0,011	0,65
		96		1,49	0,144	0	0,144			102,88	102,13	0,65	0,75	0,21	1,22	2,12	0,011	
	T95	96	86,16	1,32	0,114	0,128	0,242	100	0,0539	102,88	102,13	0,65	0,75	0,22	1,19	6,86	0,011	0,65
		97		1,49	0,128	0,144	0,272			98,231	97,481	0,65	0,75	0,22	1,19	2,14	0,011	
	T96	97	7,85	1,32	0,01	0,242	0,252	100	0,0045	98,231	97,481	0,65	0,75	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		22		1,49	0,012	0,272	0,284			98,391	97,445	0,846	0,946	0,46	0,43	2,89	0,013	

N. COL	TR.	PV INICIAL / FINAL	EXT. (m)	C. LINEAR (l/s/km) inicial/final	C. Trecho (l/s) inicial/final	Q mon(l/s) inicial/final	Q jus(l/s) inicial/final	Diametro (m)	Declividade (m/m)	Cota Terreno (m)	Cota Coletor (m)	Recb. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/d inicial/final	V (m/s) inicial/final	V. Crítica (m/s)	n manning	Largura da Vala (m)
C20	T97	98	97,73	1,32	0,129	0	0,129	100	0,0591	107,23	106,48	0,65	0,75	0,21	1,24	7,33	0,011	0,65
		99		1,49	0,146	0	0,146			101,46	100,71	0,65	0,75	0,21	1,24	2,11	0,011	
	T98	99	83,81	1,32	0,111	0,129	0,24	100	0,0509	101,46	100,71	0,65	0,75	0,22	1,16	6,58	0,011	0,65
		100		1,49	0,125	0,146	0,27			97,185	96,435	0,65	0,75	0,22	1,16	2,16	0,011	
	T99	100	11,29	1,32	0,015	0,24	0,255	100	0,0229	97,185	96,435	0,65	0,75	0,29	0,81	3,7	0,012	0,65
		23		1,49	0,017	0,27	0,287			96,926	96,176	0,65	0,75	0,29	0,81	2,41	0,012	
C21	T100	101	98,88	1,32	0,131	0	0,131	100	0,0216	101,95	101,2	0,65	0,75	0,29	0,78	3,54	0,012	0,65
		102		1,49	0,147	0	0,147			99,818	99,068	0,65	0,75	0,29	0,78	2,43	0,012	
	T101	102	84,13	1,32	0,111	0,131	0,242	100	0,0338	99,818	99,068	0,65	0,75	0,25	0,97	4,87	0,011	0,65
		103		1,49	0,125	0,147	0,273			96,977	96,227	0,65	0,75	0,25	0,97	2,28	0,011	
	T102	103	15,08	1,32	0,02	0,242	0,262	100	0,0342	96,977	96,227	0,65	0,75	0,25	0,98	4,92	0,011	0,65
		24		1,49	0,022	0,273	0,295			96,461	95,711	0,65	0,75	0,25	0,97	2,28	0,011	
C22	T103	104	95,06	1,32	0,126	0	0,126	100	0,0199	100,7	99,95	0,65	0,75	0,3	0,76	3,33	0,012	0,65
		105		1,49	0,142	0	0,142			98,813	98,063	0,65	0,75	0,3	0,75	2,46	0,012	
	T104	105	82,56	1,32	0,109	0,126	0,235	100	0,0239	98,813	98,063	0,65	0,75	0,28	0,82	3,81	0,012	0,65
		106		1,49	0,123	0,142	0,265			96,839	96,089	0,65	0,75	0,28	0,82	2,4	0,012	
	T105	106	11,44	1,32	0,015	0,235	0,25	100	0,033	96,839	96,089	0,65	0,75	0,25	0,96	4,8	0,011	0,65
		24		1,49	0,017	0,265	0,282			96,461	95,711	0,65	0,75	0,25	0,96	2,29	0,011	
C23	T106	107	96,22	1,32	0,127	0	0,127	100	0,0131	98,8	98,05	0,65	0,75	0,34	0,64	2,42	0,013	0,65
		108		1,49	0,143	0	0,143			97,541	96,791	0,65	0,75	0,34	0,64	2,58	0,013	
	T107	108	86,68	1,32	0,115	0,127	0,242	100	0,0192	97,541	96,791	0,65	0,75	0,3	0,75	3,25	0,012	0,65
		109		1,49	0,129	0,143	0,272			95,874	95,124	0,65	0,75	0,3	0,74	2,47	0,012	
	T108	109	10	1,32	0,013	0,242	0,255	100	0,0045	95,874	95,124	0,65	0,75	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		25		1,49	0,015	0,272	0,287			95,995	95,079	0,816	0,916	0,46	0,43	2,89	0,013	

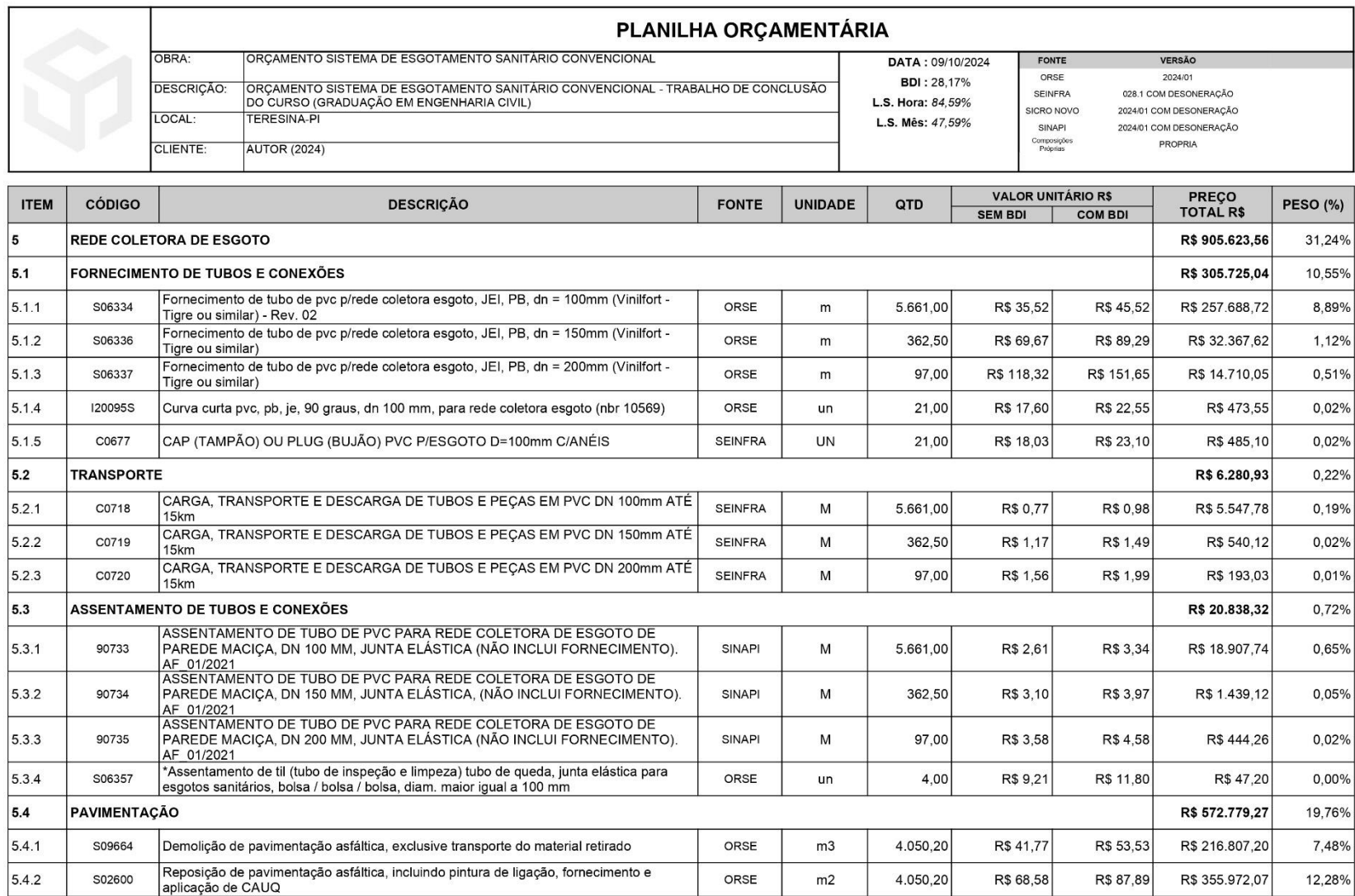
N. COL	TR.	PV INICIAL / FINAL	EXT. (m)	C. LINEAR (l/s/km) inicial/fin al	C. Trecho (l/s) inicial/fin al	Q mon(l/s) inicial/fin al	Q jus(l/s) inicial/fin al	Diametro (m)	Declividad e (m/m)	Cota Terreno (m)	Cota Colector (m)	Recb. (m) mon/ju s	Prof. Vala (m) mon/ju s	y/d inicial/fin al	V (m/s) inicial/fin al	V. Crítica (m/s)	n manning	Largura da Vala (m)
C24	T109	110	96,7	1,32	0,128	0	0,128	100	0,031	100,42	99,667	0,65	0,75	0,26	0,93	4,59	0,012	0,65
		111		1,49	0,144	0	0,144			97,419	96,669	0,65	0,75	0,26	0,93	2,31	0,012	
	T110	111	86,68	1,32	0,115	0,128	0,243	100	0,0175	97,419	96,669	0,65	0,75	0,31	0,72	3,03	0,012	0,65
		112		1,49	0,129	0,144	0,273			95,901	95,151	0,65	0,75	0,31	0,72	2,5	0,012	
	T111	112	10,03	1,32	0,013	0,243	0,256	100	0,0045	95,901	95,151	0,65	0,75	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		25		1,49	0,015	0,273	0,288			95,995	95,106	0,789	0,889	0,46	0,43	2,89	0,013	
C25	T112	113	97,43	1,32	0,129	0	0,129	100	0,0424	101,1	100,35	0,65	0,75	0,23	1,08	5,75	0,011	0,65
		114		1,49	0,145	0	0,145			96,967	96,217	0,65	0,75	0,23	1,07	2,21	0,011	
	T113	114	86,72	1,32	0,115	0,129	0,244	100	0,0214	96,967	96,217	0,65	0,75	0,29	0,78	3,53	0,012	0,65
		115		1,49	0,129	0,145	0,274			95,108	94,358	0,65	0,75	0,29	0,78	2,44	0,012	
	T114	115	9,06	1,32	0,012	0,244	0,256	100	0,0123	95,108	94,358	0,65	0,75	0,34	0,63	2,31	0,013	0,65
		26		1,49	0,013	0,274	0,288			94,996	94,246	0,65	0,75	0,34	0,63	2,6	0,013	
C26	T115	116	97,07	1,32	0,129	0	0,129	100	0,0477	101,31	100,56	0,65	0,75	0,23	1,13	6,27	0,011	0,65
		117		1,49	0,145	0	0,145			96,676	95,926	0,65	0,75	0,23	1,13	2,18	0,011	
	T116	117	84,78	1,32	0,112	0,129	0,241	100	0,0198	96,676	95,926	0,65	0,75	0,3	0,75	3,32	0,012	0,65
		118		1,49	0,126	0,145	0,271			95	94,25	0,65	0,75	0,3	0,75	2,46	0,012	
	T117	118	9,35	1,32	0,012	0,241	0,253	100	0,0045	95	94,25	0,65	0,75	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		26		1,49	0,014	0,271	0,285			94,996	94,208	0,688	0,788	0,46	0,43	2,89	0,013	

N. CO L	TR.	PV INICIAL / FINAL	EXT. (m)	C. LINEAR (l/s/km) inicial/fin al	C. Trecho (l/s) inicial/fin al	Q mon(l/s) inicial/fin al	Q jus(l/s) inicial/fin al	Diametr o (m)	Declividad e (m/m)	Cota Terren o (m)	Cota Coletor (m)	Recb. (m) mon/ju s	Prof. Vala (m) mon/ju s	y/d inicial/fin al	V (m/s) inicial/fin al	V. Crític a (m/s)	n mannin g	Largur a da Vala (m)
C27	T118	119	98,25	1,32	0,13	0	0,13	100	0,0402	100	99,25	0,65	0,75	0,24	1,05	5,53	0,011	0,65
		120		1,49	0,146	0	0,146			96,051	95,301	0,65	0,75	0,24	1,05	2,23	0,011	
	T119	120	92,48	1,32	0,122	0,13	0,253	100	0,0161	96,051	95,301	0,65	0,75	0,32	0,7	2,84	0,013	0,65
		27		1,49	0,138	0,146	0,284			94,559	93,809	0,65	0,75	0,32	0,69	2,52	0,013	
C28	T120	121	98,92	1,32	0,131	0	0,131	100	0,0584	107	106,25	0,65	0,75	0,21	1,24	7,27	0,011	0,65
		122		1,49	0,147	0	0,147			101,22	100,47	0,65	0,75	0,21	1,24	2,12	0,011	
	T121	122	84,41	1,32	0,112	0,131	0,243	100	0,0506	101,22	100,47	0,65	0,75	0,22	1,16	6,55	0,011	0,65
		123		1,49	0,126	0,147	0,273			96,948	96,198	0,65	0,75	0,22	1,16	2,16	0,011	
	T122	123	9,66	1,32	0,013	0,243	0,256	100	0,0045	96,948	96,198	0,65	0,75	0,46	0,43	1,04	0,013	0,65
		23		1,49	0,014	0,273	0,287			96,926	96,154	0,672	0,772	0,46	0,43	2,89	0,013	

**APENDICE C – PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS PARA OS MODELOS
CONVENCIONAL E CONDOMINIAL E COMPOSIÇÃO PRÓPRIA**

	PLANILHA ORÇAMENTÁRIA						
	OBRA:	ORÇAMENTO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO CONVENCIONAL			DATA : 09/10/2024 BDI : 28,17% L.S. Hora: 84,59% L.S. Mês: 47,59%	FONTE	VERSÃO
	DESCRIÇÃO:	ORÇAMENTO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO CONVENCIONAL - TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO (GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL)				ORSE	2024/01
	LOCAL:	TERESINA-PI				SEINFRA	028.1 COM DESONERAÇÃO
	CLIENTE:	AUTOR (2024)				SICRO NOVO	2024/01 COM DESONERAÇÃO
					SINAPI	2024/01 COM DESONERAÇÃO	
						Composições Próprias	PRÓPRIA

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	FONTE	UNIDADE	QTD	VALOR UNITÁRIO R\$		PREÇO TOTAL R\$	PESO (%)
						SEM BDI	COM BDI		
1	SERVIÇOS PRELIMINARES							R\$ 597.353,50	20,61%
1.1	S09471	Cadastro de lotes (terreno e construção), coleta de documentação, relatório fotográfico com 3 fotos, processamento dos dados, desenho e apresentação	ORSE	m²	148.600,00	R\$ 2,99	R\$ 3,83	R\$ 569.138,00	19,64%
1.2	COMP2	A LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO DE RUA (VIA PÚBLICA) E SEMI - CADASTRO DE IMÓVEIS (REF: 09345/ORSE-ORSE-03/2024)	PRÓPRIA	M	6.120,50	R\$ 2,23	R\$ 2,85	R\$ 17.443,42	0,60%
1.3	S06315	Locação de redes coletoras de esgoto e emissários	ORSE	m	6.120,50	R\$ 1,38	R\$ 1,76	R\$ 10.772,08	0,37%
2	MOVIMENTO DE TERRA							R\$ 385.224,09	13,29%
2.1	C2784	ESCAVAÇÃO MANUAL SOLO DE 1A.CAT. PROF. ATÉ 1.50m	SEINFRA	M3	665,18	R\$ 48,86	R\$ 62,62	R\$ 41.653,57	1,44%
2.2	S04549	Escavação de vala prof. 1,50m, material de 2ª categoria c/ escavadeira hidráulica	ORSE	m3	3.769,38	R\$ 4,46	R\$ 5,71	R\$ 21.523,15	0,74%
2.3	S04549	Escavação de vala prof. 1,50 até 3,00m material de 2ª categoria c/ escavadeira hidráulica	ORSE	m3	15,12	R\$ 4,46	R\$ 5,71	R\$ 86,33	0,00%
2.4	C0095	APILOAMENTO DE PISO OU FUNDO DE VALAS C/MAÇO DE 30 A 60 KG	SEINFRA	M2	4.050,20	R\$ 31,34	R\$ 40,16	R\$ 162.656,03	5,61%
2.5	C2920	REATERRO C/COMPACTAÇÃO MECÂNICA, E CONTROLE, MATERIAL DA VALA	SEINFRA	M3	4.395,77	R\$ 27,78	R\$ 35,60	R\$ 156.489,41	5,40%
2.6	100982	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 10 M³ - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA DE 0,80 M³ / 111 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	SINAPI	M3	256,43	R\$ 8,57	R\$ 10,98	R\$ 2.815,60	0,10%
3	ESCORAMENTO							R\$ 180.333,79	6,22%
3.1	S101588S	Escoramento de vala, tipo contínuo com perfil metálico "u", com profundidade de 0 a 1,5 m, largura menor que 1,5 m. af_08/2020	ORSE	m2	525,50	R\$ 85,22	R\$ 109,22	R\$ 57.395,11	1,98%
3.2	S94057S	Escoramento de vala, tipo descontínuo, com profundidade de 1,5 m a 3,0 m, largura menor que 1,5 m, em local com nível baixo de interferência. af_06/2016	ORSE	m2	793,90	R\$ 30,68	R\$ 39,32	R\$ 31.216,14	1,08%
3.3	S04553	Escoramento de valas tipo Contínuo Especial	ORSE	m2	707,60	R\$ 88,47	R\$ 113,39	R\$ 80.234,76	2,77%
3.4	S101570S	Escoramento de vala, tipo pontaleamento, com profundidade de 0 a 1,5 m, largura menor que 1,5 m. af_08/2020	ORSE	m2	438,80	R\$ 20,43	R\$ 26,18	R\$ 11.487,78	0,40%
4	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS							R\$ 127.099,67	4,39%
4.1	101616	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MENOR QUE 1,5 M (ACERTO DO SOLO NATURAL). AF_08/2020	SINAPI	M2	4.050,20	R\$ 5,37	R\$ 6,88	R\$ 27.865,37	0,96%
4.2	S12919	Poço de visita em anel de concreto, balão de 0,60m (di), profundidade até 1,20 m, inclusive tampão TD-600	ORSE	un	55,00	R\$ 1.407,71	R\$ 1.804,26	R\$ 99.234,30	3,42%



	PLANILHA ORÇAMENTÁRIA						
	OBRA:	ORÇAMENTO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO CONVENCIONAL			DATA : 09/10/2024 BDI : 28,17% L.S. Hora: 84,59% L.S. Mês: 47,59%	FONTE	VERSÃO
	DESCRIÇÃO:	ORÇAMENTO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO CONVENCIONAL - TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO (GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL)				ORSE	2024/01
	LOCAL:	TERESINA-PI				SEINFRA	028.1 COM DESONERAÇÃO
	CLIENTE:	AUTOR (2024)				SICRO NOVO	2024/01 COM DESONERAÇÃO
					SINAPI	2024/01 COM DESONERAÇÃO	
						Composições Próprias	PRÓPRIA

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	FONTE	UNIDADE	QTD	VALOR UNITÁRIO R\$		PREÇO TOTAL R\$	PESO (%)
						SEM BDI	COM BDI		
6		LIGAÇÃO RESIDENCIAL DE ESGOTO						R\$ 702.859,40	24,25%
6.1		SERVIÇOS PRELIMINARES						R\$ 2.615,36	0,09%
6.1.1	C0581	CADASTRO DE LIGAÇÃO	SEINFRA	UN	743,00	R\$ 2,75	R\$ 3,52	R\$ 2.615,36	0,09%
6.2		MOVIMENTO DE TERRA						R\$ 44.557,70	1,54%
6.2.1	C2784	ESCAVAÇÃO MANUAL SOLO DE 1A.CAT. PROF. ATÉ 1.50m	SEINFRA	M3	445,80	R\$ 48,86	R\$ 62,62	R\$ 27.915,99	0,96%
6.2.2	S04546	Escavação de vala prof. 1,50m, material de 1ª categoria c/ escavadeira hidráulica	ORSE	m3	2.526,20	R\$ 3,63	R\$ 4,65	R\$ 11.746,83	0,41%
6.2.3	100982	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 10 M³ - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA DE 0,80 M³ / 111 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_ 07/2020	SINAPI	M3	445,80	R\$ 8,57	R\$ 10,98	R\$ 4.894,88	0,17%
6.3		FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS						R\$ 20.447,36	0,71%
6.3.1	101616	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MENOR QUE 1,5 M (ACERTO DO SOLO NATURAL). AF_ 08/2020	SINAPI	M2	2.972,00	R\$ 5,37	R\$ 6,88	R\$ 20.447,36	0,71%
6.4		CAIXA DE INSPEÇÃO						R\$ 201.130,10	6,94%
6.4.1	S741661S	Caixa de inspeção em concreto pré-moldado dn 60cm com tampa h= 60cm - fornecimento e instalacao	ORSE	un	743,00	R\$ 211,21	R\$ 270,70	R\$ 201.130,10	6,94%
6.5		LIGAÇÃO RESIDENCIAL AO RAMAL PRINCIPAL						R\$ 434.108,88	14,98%
6.5.1		FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXÕES						R\$ 162.486,67	5,61%
6.5.1.1	S06334	Fornecimento de tubo de pvc defofo, junta elástica integrada, pn 1mpa, diam. = 100mm	ORSE	m	2.972,00	R\$ 35,52	R\$ 45,52	R\$ 135.285,44	4,67%
6.5.1.2	S07089	Fornecimento de selim elástico para rede de esgotos sanitários, DN 150 x 100mm - Rev 01	ORSE	un	743,00	R\$ 28,57	R\$ 36,61	R\$ 27.201,23	0,94%
6.5.2		FORNECIMENTO DE ACESSÓRIOS						R\$ 3.997,34	0,14%
6.5.2.1	00000303	ANEL BORRACHA, PARA TUBO PVC, REDE COLETOR ESGOTO, DN 100 MM (NBR 7362)	SINAPI	UN	743,00	R\$ 4,20	R\$ 5,38	R\$ 3.997,34	0,14%
6.5.3		TRANSPORTE						R\$ 2.912,56	0,10%
6.5.3.1	C0718	CARGA, TRANSPORTE E DESCARGA DE TUBOS E PEÇAS EM PVC DN 100mm ATÉ 15km	SEINFRA	M	2.972,00	R\$ 0,77	R\$ 0,98	R\$ 2.912,56	0,10%

		PLANILHA ORÇAMENTÁRIA											
		OBRA: ORÇAMENTO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITARIO CONVENCIONAL					DATA : 09/10/2024 BDI : 28,17% L.S. Hora: 84,59% L.S. Mês: 47,59%		FONTE			VERSÃO	
		DESCRIÇÃO: ORÇAMENTO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITARIO CONVENCIONAL - TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO (GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL)							ORSE		2024/01		
		LOCAL: TERESINA-PI							SEINFRA		028.1 COM DESONERAÇÃO		
		CLIENTE: AUTOR (2024)							SICRO NOVO		2024/01 COM DESONERAÇÃO		
							SINAPI		2024/01 COM DESONERAÇÃO				
							Composições Próprias		PRÓPRIA				
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO				FONTE	UNIDADE	QTD	VALOR UNITÁRIO R\$		PREÇO TOTAL R\$	PESO (%)	
									SEM BDI	COM BDI			
6.5.4	ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXÕES											R\$ 9.926,48	0,34%
6.5.4.1	90733	ASSENTAMENTO DE TUBO DE PVC PARA REDE COLETORA DE ESGOTO DE PAREDE MACIÇA, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA (NÃO INCLUI FORNECIMENTO). AF 01/2021				SINAPI	M	2.972,00	R\$ 2,61	R\$ 3,34	R\$ 9.926,48	0,34%	
6.5.5	PAVIMENTAÇÃO											R\$ 237.273,32	8,19%
6.5.5.1	C2939	DEMOLIÇÃO DE PASSEIO/ CALÇADA				SEINFRA	M2	482,95	R\$ 11,98	R\$ 15,35	R\$ 7.413,28	0,26%	
6.5.5.2	S04889	Passeio em concreto simples c/ cimentado e=5cm				ORSE	m2	482,95	R\$ 40,33	R\$ 51,69	R\$ 24.963,68	0,86%	
6.5.5.3	S09664	Demolição de pavimentação asfáltica, exclusive transporte do material retirado				ORSE	m3	1.448,85	R\$ 41,77	R\$ 53,53	R\$ 77.556,94	2,68%	
6.5.5.4	S02600	Reposição de pavimentação asfáltica, incluindo pintura de ligação, fornecimento e aplicação de CAUQ				ORSE	m2	1.448,85	R\$ 68,58	R\$ 87,89	R\$ 127.339,42	4,39%	
6.5.6	MEIO - FIO											R\$ 17.512,51	0,60%
6.5.6.1	S02624	Remoção e reposição de meio-fio				ORSE	m	743,00	R\$ 18,39	R\$ 23,57	R\$ 17.512,51	0,60%	
VALOR BDI TOTAL:												R\$ 636.393,41	
VALOR ORÇAMENTO:												R\$ 2.262.100,60	
VALOR TOTAL:												R\$ 2.898.494,01	
Dois Milhões Oitocentos e Noventa e Oito Mil Quatrocentos e Noventa e Quatro reais e Um centavo													

	PLANILHA ORÇAMENTÁRIA						
	OBRA:	ORÇAMENTO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO CONDOMINIAL	DATA : 09/10/2024 BDI : 28,17% L.S. Hora: 84,59% L.S. Mês: 47,59%	FONTE	VERSÃO		
	DESCRIÇÃO:	ORÇAMENTO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO CONDOMINIAL L - TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO (GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL)		ORSE	2024/01		
	LOCAL:	TERESINA-PI		SEINFRA	028.1 COM DESONERAÇÃO		
	CLIENTE:	AUTOR (2024)		SICRO NOVO	2024/01 COM DESONERAÇÃO		
				SINAPI	2024/01 COM DESONERAÇÃO		
				Composições Próprias	PRÓPRIA		

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	FONTE	UNIDADE	QTD	VALOR UNITÁRIO R\$		PREÇO TOTAL R\$	PESO (%)
						SEM BDI	COM BDI		
1	SERVIÇOS PRELIMINARES							R\$ 609.554,79	24,57%
1.1	S09471	Cadastro de lotes (terreno e construção), coleta de documentação, relatório fotográfico com 3 fotos, processamento dos dados, desenho e apresentação	ORSE	m²	148.600,00	R\$ 2,99	R\$ 3,83	R\$ 569.138,00	22,94%
1.2	COMP2	A LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO DE RUA (VIA PÚBLICA) E SEMI - CADASTRO DE IMÓVEIS (REF: 09345/ORSE-ORSE-03/2024)	PRÓPRIA	M	8.767,20	R\$ 2,23	R\$ 2,85	R\$ 24.986,52	1,01%
1.3	S06315	Locação de redes coletoras de esgoto e emissários	ORSE	m	8.767,20	R\$ 1,38	R\$ 1,76	R\$ 15.430,27	0,62%
2	MOVIMENTO DE TERRA							R\$ 470.732,92	18,97%
2.1	C2784	ESCAVAÇÃO MANUAL SOLO DE 1A.CAT. PROF. ATÉ 1.50m	SEINFRA	M3	703,81	R\$ 48,86	R\$ 62,62	R\$ 44.072,58	1,78%
2.2	S04546	Escavação de vala prof. 1,50m, material de 1ª categoria c/ escavadeira hidráulica	ORSE	m3	3.988,26	R\$ 3,54	R\$ 4,53	R\$ 18.066,81	0,73%
2.3	C0095	APILOAMENTO DE PISO OU FUNDO DE VALAS C/MAÇO DE 30 A 60 KG	SEINFRA	M2	5.745,00	R\$ 31,34	R\$ 40,16	R\$ 230.719,20	9,30%
2.4	C2920	REATERRO C/COMPACTAÇÃO MECÂNICA, E CONTROLE, MATERIAL DA VALA	SEINFRA	M3	4.619,89	R\$ 27,78	R\$ 35,60	R\$ 164.468,08	6,63%
2.5	100982	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 10 M² - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA DE 0,80 M³ / 111 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	SINAPI	M3	1.220,97	R\$ 8,57	R\$ 10,98	R\$ 13.406,25	0,54%
3	ESCORAMENTO							R\$ 96.414,07	3,89%
3.1	S94057S	Escoramento de vala, tipo descontínuo, com profundidade de 1,5 m a 3,0 m, largura menor que 1,5 m, em local com nível baixo de interferência. af_06/2016	ORSE	m2	1.470,40	R\$ 30,68	R\$ 39,32	R\$ 57.816,12	2,33%
3.2	S04553	Escoramento de valas tipo Contínuo Especial	ORSE	m2	340,40	R\$ 88,47	R\$ 113,39	R\$ 38.597,95	1,56%
4	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS							R\$ 203.713,26	8,21%
4.1	101616	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MENOR QUE 1,5 M (ACERTO DO SOLO NATURAL). AF_08/2020	SINAPI	M2	5.745,00	R\$ 5,37	R\$ 6,88	R\$ 39.525,60	1,59%
4.2	S12919	Poço de visita circular para esgoto, em alvenaria com tijolos cerâmicos maciços, diâmetro interno = 1,2 m, profundidade até 1,50 m, incluindo tampão de ferro fundido, diâmetro de 60 cm. af_04/2018	ORSE	un	91,00	R\$ 1.407,71	R\$ 1.804,26	R\$ 164.187,66	6,62%
5	REDE COLETORA DE ESGOTO							R\$ 896.743,23	36,15%
5.1	FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXÕES							R\$ 415.207,89	16,74%
5.1.1	S06334	Fornecimento de tubo de pvc p/rede coletora esgoto, JEI, PB, dn = 100mm (Vinilfort - Tigre ou similar) - Rev. 02	ORSE	m	8.444,10	R\$ 35,52	R\$ 45,52	R\$ 384.375,43	15,49%

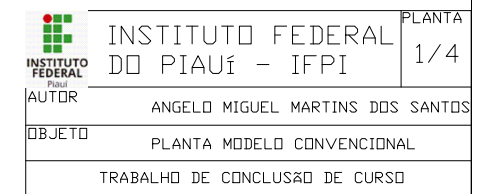
	PLANILHA ORÇAMENTÁRIA										
	OBRA:	ORÇAMENTO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO CONDOMINIAL				DATA : 09/10/2024		FONTE		VERSÃO	
	DESCRIÇÃO:	ORÇAMENTO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO CONDOMINIAL L - TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO (GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL)				BDI : 28,17%		ORSE	2024/01		
	LOCAL:	TERESINA-PI				L.S. Hora: 84,59%		SEINFRA	028.1 COM DESONERAÇÃO		
	CLIENTE:	AUTOR (2024)				L.S. Mês: 47,59%		SICRO NOVO	2024/01 COM DESONERAÇÃO		
								SINAPI	2024/01 COM DESONERAÇÃO		
								Composições Próprias	PRÓPRIA		

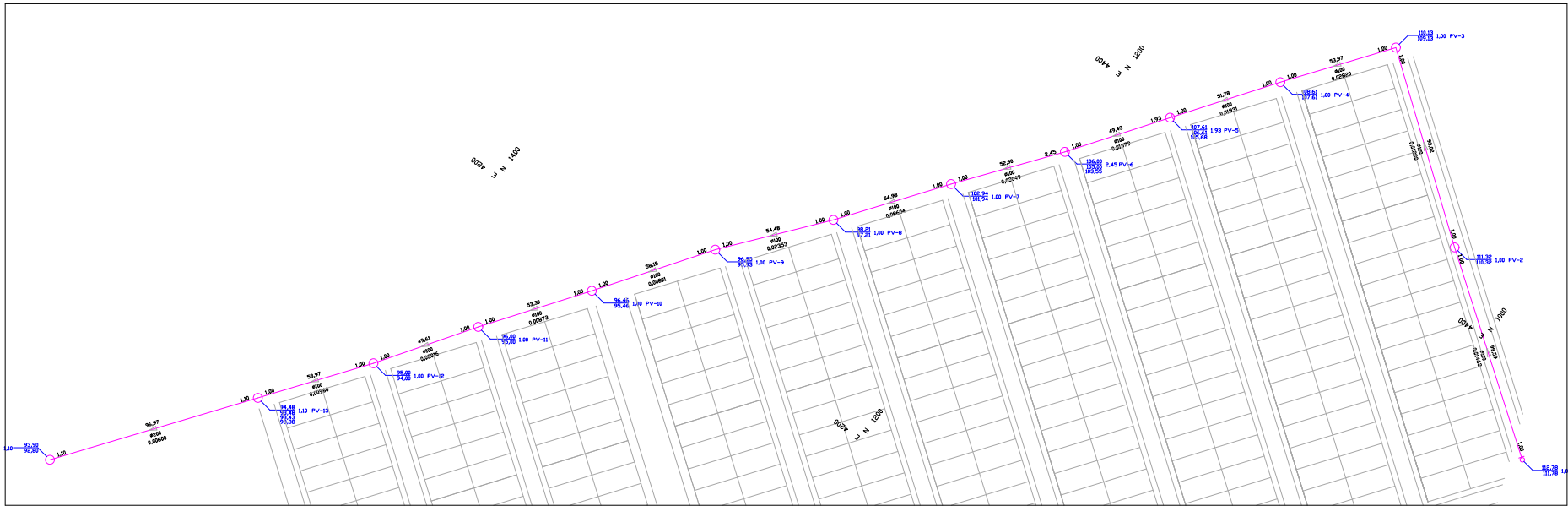
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	FONTE	UNIDADE	QTD	VALOR UNITÁRIO R\$		PREÇO TOTAL R\$	PESO (%)
						SEM BDI	COM BDI		
5.1.2	S06336	Fornecimento de tubo de pvc p/rede coletora esgoto, JEI, PB, dn = 150mm (Vinilfort - Tigre ou similar)	ORSE	m	311,80	R\$ 69,67	R\$ 89,29	R\$ 27.840,62	1,12%
5.1.3	S06337	Fornecimento de tubo de pvc p/rede coletora esgoto, JEI, PB, dn = 200mm (Vinilfort - Tigre ou similar)	ORSE	m	11,30	R\$ 118,32	R\$ 151,65	R\$ 1.713,64	0,07%
5.1.4	I20095S	Curva curta pvc, pb, je, 90 graus, dn 100 mm, para rede coletora esgoto (nbr 10569)	ORSE	un	28,00	R\$ 17,60	R\$ 22,55	R\$ 631,40	0,03%
5.1.5	C0677	CAP (TAMPÃO) OU PLUG (BUJÃO) PVC P/ESGOTO D=100mm C/ANÊIS	SEINFRA	UN	28,00	R\$ 18,03	R\$ 23,10	R\$ 646,80	0,03%
5.2	TRANSPORTE							R\$ 8.762,27	0,35%
5.2.1	C0718	CARGA, TRANSPORTE E DESCARGA DE TUBOS E PEÇAS EM PVC DN 100mm ATÉ 15km	SEINFRA	M	8.444,10	R\$ 0,77	R\$ 0,98	R\$ 8.275,21	0,33%
5.2.2	C0719	CARGA, TRANSPORTE E DESCARGA DE TUBOS E PEÇAS EM PVC DN 150mm ATÉ 15km	SEINFRA	M	311,80	R\$ 1,17	R\$ 1,49	R\$ 464,58	0,02%
5.2.3	C0720	CARGA, TRANSPORTE E DESCARGA DE TUBOS E PEÇAS EM PVC DN 200mm ATÉ 15km	SEINFRA	M	11,30	R\$ 1,56	R\$ 1,99	R\$ 22,48	0,00%
5.3	ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXÕES							R\$ 29.540,08	1,19%
5.3.1	90733	ASSENTAMENTO DE TUBO DE PVC PARA REDE COLETORA DE ESGOTO DE PAREDE MACIÇA, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA (NÃO INCLUI FORNECIMENTO). AF 01/2021	SINAPI	M	8.444,10	R\$ 2,61	R\$ 3,34	R\$ 28.203,29	1,14%
5.3.2	90734	ASSENTAMENTO DE TUBO DE PVC PARA REDE COLETORA DE ESGOTO DE PAREDE MACIÇA, DN 150 MM, JUNTA ELÁSTICA, (NÃO INCLUI FORNECIMENTO). AF 01/2021	SINAPI	M	311,80	R\$ 3,10	R\$ 3,97	R\$ 1.237,84	0,05%
5.3.3	90735	ASSENTAMENTO DE TUBO DE PVC PARA REDE COLETORA DE ESGOTO DE PAREDE MACIÇA, DN 200 MM, JUNTA ELÁSTICA (NÃO INCLUI FORNECIMENTO). AF 01/2021	SINAPI	M	11,30	R\$ 3,58	R\$ 4,58	R\$ 51,75	0,00%
5.3.4	S06357	Assentamento de til (tubo de inspeção e limpeza) tubo de queda, junta elástica para esgotos sanitários, bolsa / bolsa / bolsa, diam. maior igual a 100 mm	ORSE	un	4,00	R\$ 9,21	R\$ 11,80	R\$ 47,20	0,00%
5.4	PAVIMENTAÇÃO							R\$ 443.232,99	17,87%
5.4.1	S09664	Demolição de pavimentação asfáltica, exclusive transporte do material retirado	ORSE	m3	776,13	R\$ 42,18	R\$ 54,06	R\$ 41.957,58	1,69%
5.4.2	S02600	Reposição de pavimentação asfáltica, incluindo pintura de ligação, fornecimento e aplicação de CAUQ	ORSE	m2	776,13	R\$ 68,58	R\$ 87,89	R\$ 68.214,06	2,75%
5.4.3	C2939	RETIRADA DE PAVIMENTAÇÃO EM PISO DE CONCRETO	SEINFRA	M2	4.968,87	R\$ 11,98	R\$ 15,35	R\$ 76.272,15	3,07%
5.4.4	S04889	Passeio em concreto simples c/ cimentado e=5cm	ORSE	m2	4.967,87	R\$ 40,33	R\$ 51,69	R\$ 256.789,20	10,35%
6	LIGAÇÃO RESIDENCIAL DE ESGOTO							R\$ 203.745,46	8,21%

		PLANILHA ORÇAMENTÁRIA											
		OBRA: ORÇAMENTO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO CONDOMINIAL				DATA : 09/10/2024 BDI : 28,17% L.S. Hora: 84,59% L.S. Mês: 47,59%		FONTE		VERSÃO			
		DESCRIÇÃO: ORÇAMENTO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO CONDOMINIAL L - TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO (GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL)						ORSE		2024/01			
		LOCAL: TERESINA-PI						SEINFRA		028.1 COM DESONERAÇÃO			
		CLIENTE: AUTOR (2024)						SICRO NOVO		2024/01 COM DESONERAÇÃO			
						SINAPI		2024/01 COM DESONERAÇÃO					
						Composições Próprias		PRÓPRIA					
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO				FONTE	UNIDADE	QTD	VALOR UNITÁRIO R\$		PREÇO TOTAL R\$	PESO (%)	
									SEM BDI	COM BDI			
6.1	SERVIÇOS PRELIMINARES											R\$ 2.615,36	0,11%
6.1.1	C0581	CADASTRO DE LIGAÇÃO				SEINFRA	UN	743,00	R\$ 2,75	R\$ 3,52	R\$ 2.615,36	0,11%	
6.2	CAIXA DE INSPEÇÃO											R\$ 201.130,10	8,11%
6.2.1	S741661S	Caixa de inspeção em concreto pré-moldado dn 60cm com tampa h= 60cm - fornecimento e instalacao				ORSE	un	743,00	R\$ 211,21	R\$ 270,70	R\$ 201.130,10	8,11%	
VALOR BDI TOTAL:												R\$ 544.624,50	
VALOR ORÇAMENTO:												R\$ 1.936.279,23	
VALOR TOTAL:												R\$ 2.480.903,73	
Dois Milhões Quatrocentos e Oitenta Mil Novecentos e Três reais e Setenta e Três centavos													

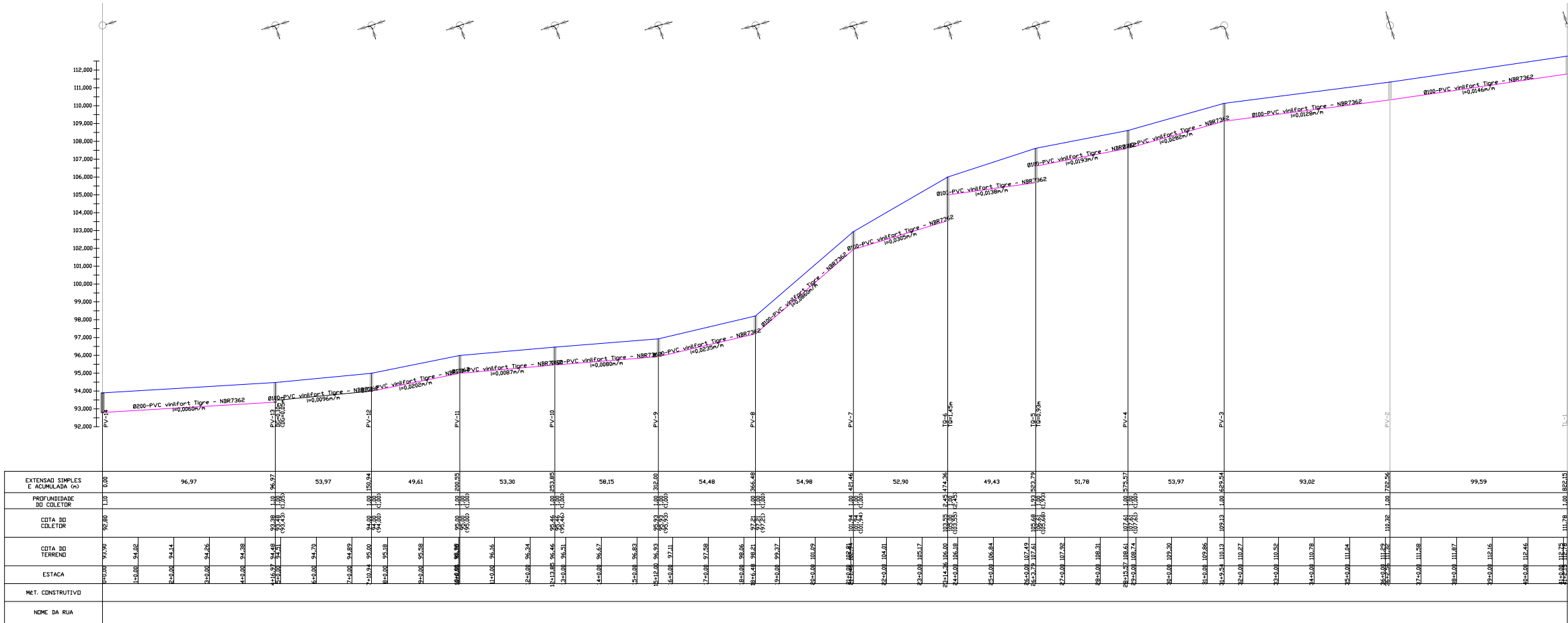
1.2. COMP2 A LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO DE RUA (VIA PÚBLICA) E SEMI - CADASTRO DE IMÓVEIS (REF: 09345/ORSE-ORSE-03/2024) (M)						
Equipamento		FONTE	UNID	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
I06443	TEODOLITO	ORSE	H	0,02210000	R\$ 2,34	R\$ 0,05
I04415	Veículo leve - Volkswagen:GOL ou similar	ORSE	h	0,01400000	R\$ 13,18	R\$ 0,18
				TOTAL Equipamento:		R\$ 0,23
Mão de Obra com Encargos Complementares		FONTE	UNID	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
88253	AUXILIAR DE TOPÓGRAFO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	0,04420000	R\$ 16,41	R\$ 0,72
88255	AUXILIAR TÉCNICO DE ENGENHARIA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	0,01600000	R\$ 21,68	R\$ 0,34
90775	DESENHISTA PROJETISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	0,00800000	R\$ 25,03	R\$ 0,20
90781	TOPOGRAFO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	0,02210000	R\$ 33,83	R\$ 0,74
				TOTAL Mão de Obra com Encargos Complementares:		R\$ 2,00
				VALOR:		R\$ 2,23
				VALOR ENCARGOS*:		INCLUSO
				VALOR MÃO DE OBRA:		R\$ 1,82
				VALOR BDI (28.17%):		R\$ 0,62
				VALOR COM BDI:		R\$ 2,85

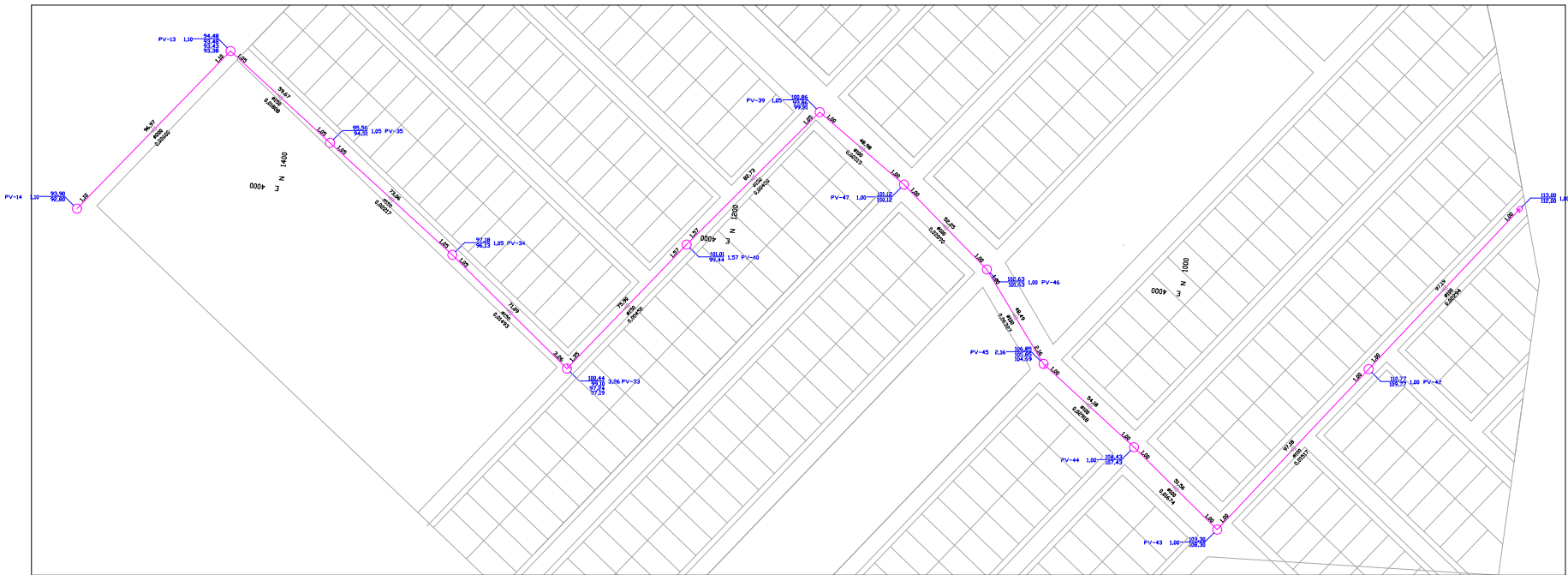
**APENDICE D – PLANTAS E CORTES REFERENTE AO MODELO
CONVENCIONAL E CONDOMINIAL**



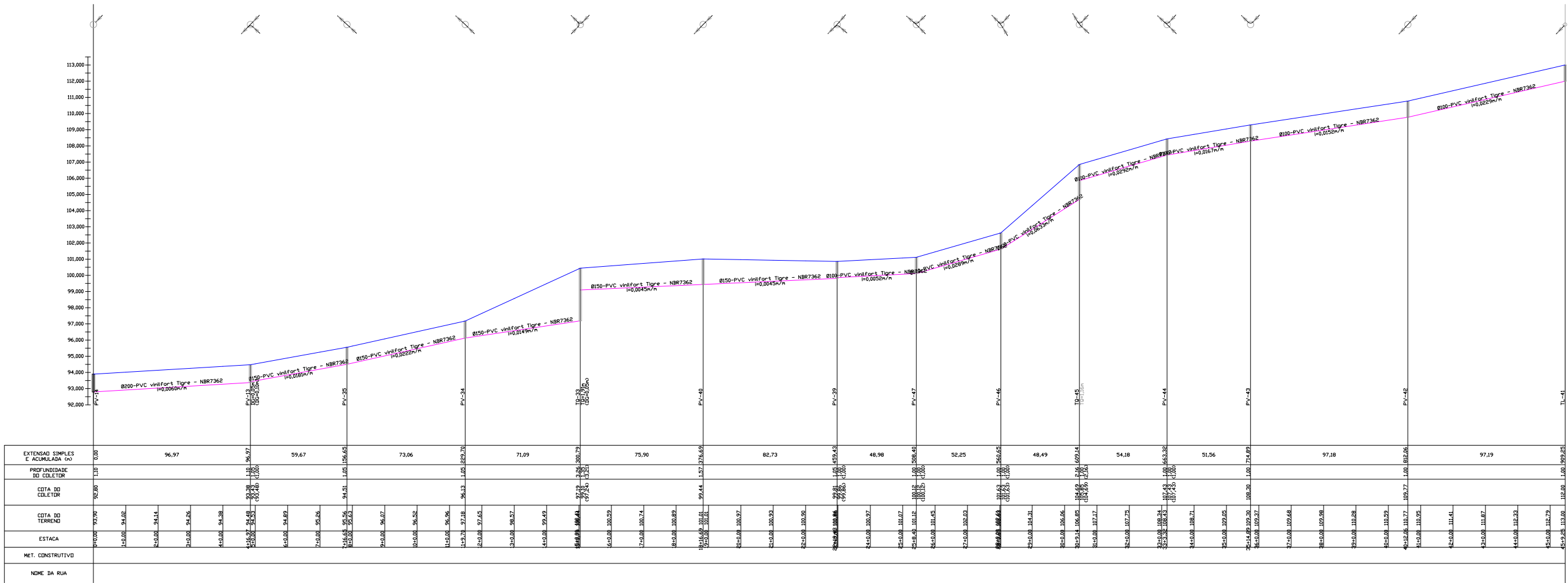


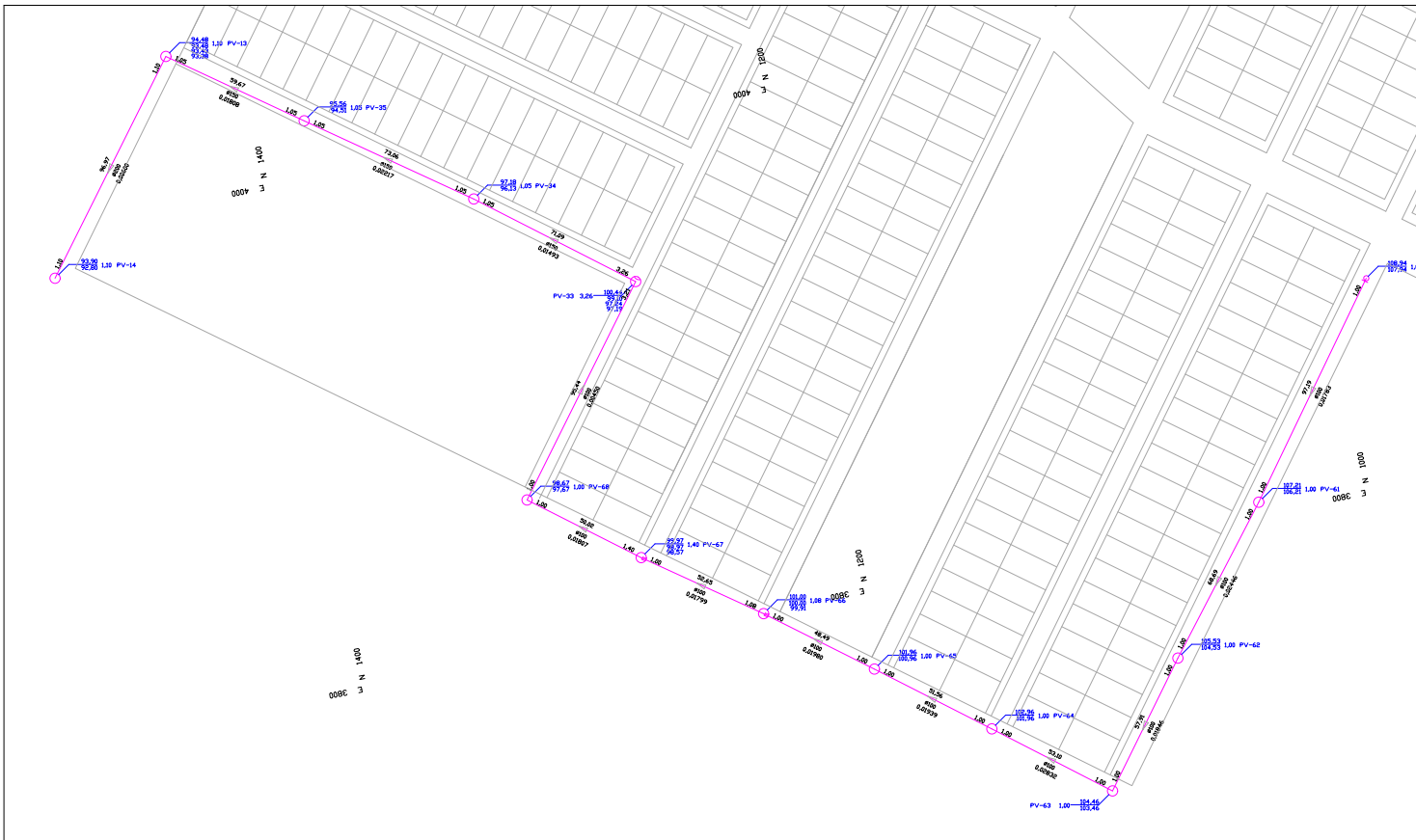
LISTA DE MATERIAL : REDE DE ESGOTO				
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	DIAM. (mm)	UNID.	QUANT.
.	PVC vinilfort Tigre - NBR7362	100	m	725,49
.	PVC vinilfort Tigre - NBR7362	200	m	96,97
○	Poço de Visita (PV)		un	11
○	PV com tubo de queda (TQ)		un	2
.	Tubo de Queda		m	2,38
.	Curva PVC 90°	100	un	1
.	Tampao PVC	100	un	1



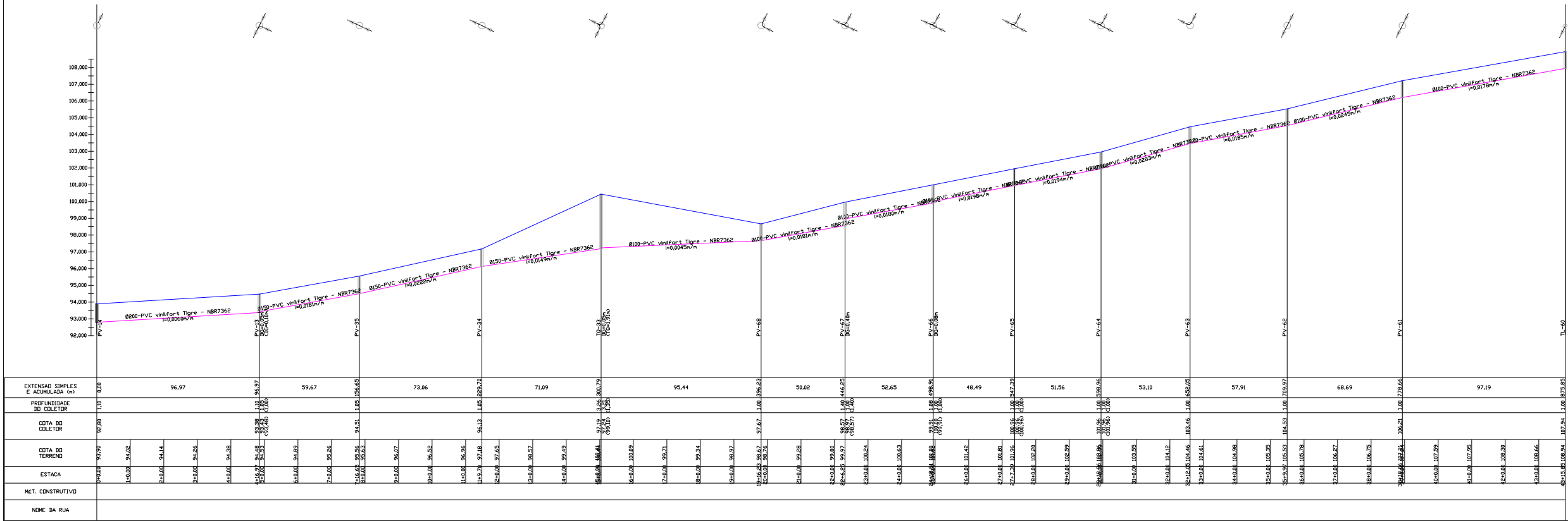


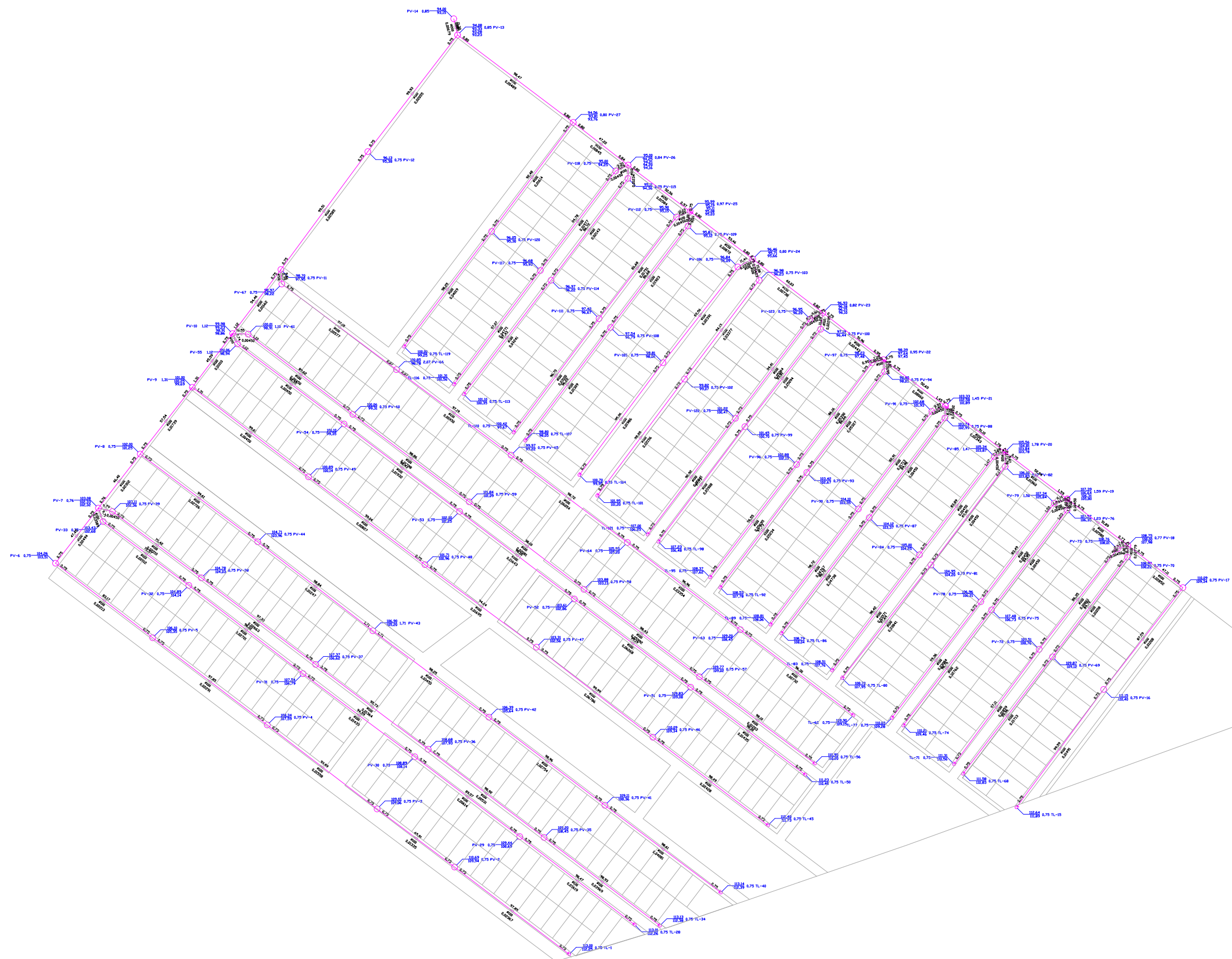
LISTA DE MATERIAL - REDE DE ESGOTO				
ITEM	DISCRIMINACAO	UNID.	QUANT.	
-	PVC vinilfont Tigre - NBR7362	100 m	450,01	
-	PVC vinilfont Tigre - NBR7362	150 m	362,49	
-	PVC vinilfont Tigre - NBR7362	200 m	96,97	
-	Poco de Visita (PV)	un	11	
-	PV com tubo de queda (TD)	un	2	
-	Tubo de Queda	m	3,07	
-	Curva PVC 90°	100 m	1	
-	Tempo PVC	100 m	1	

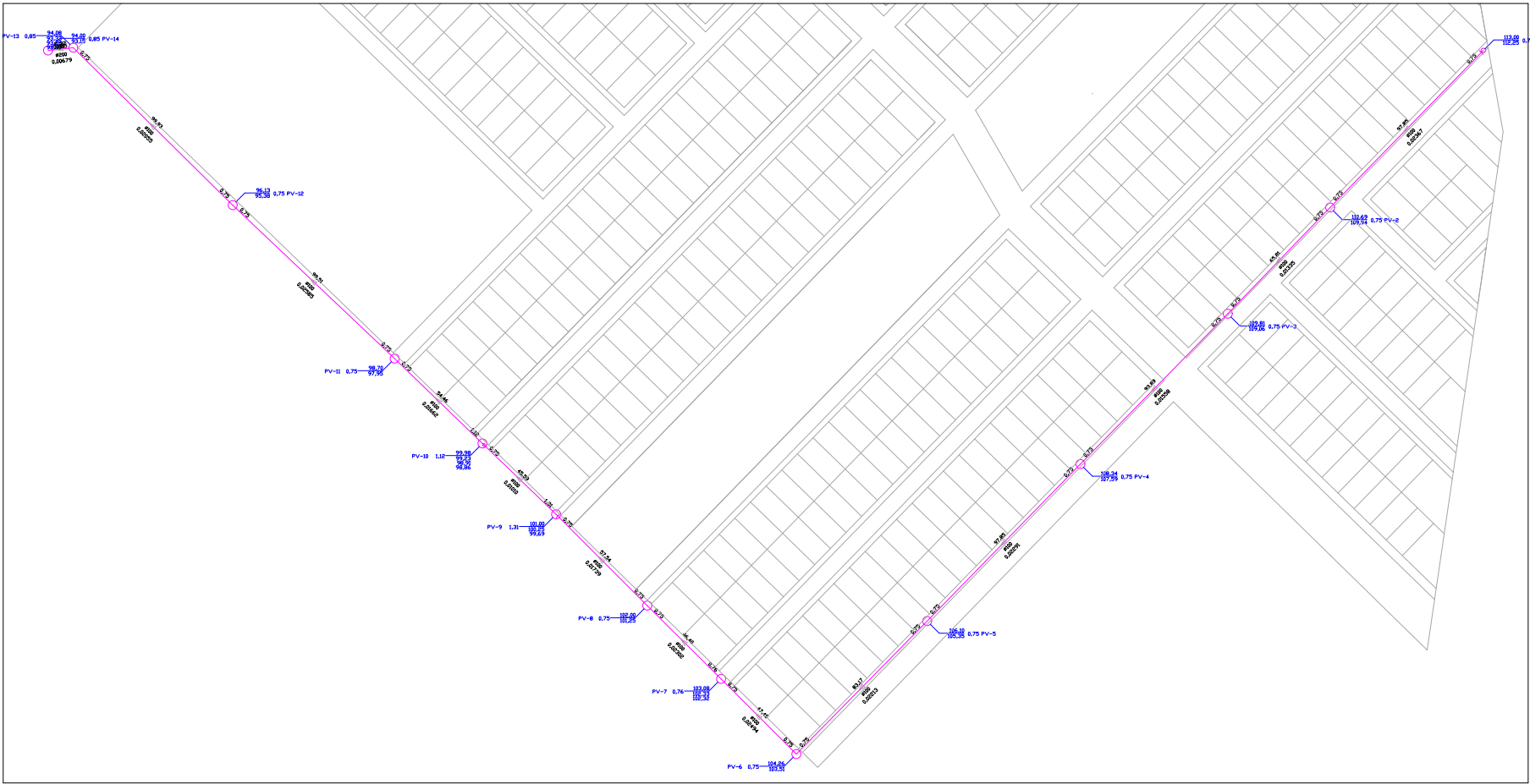




LISTA DE MATERIAL - REDE DE ESGOTO				
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	QTD	UNID.	SUM.
-	PVC vinifort Tigre - NBR7362	100	m	575,16
-	PVC vinifort Tigre - NBR7362	150	m	203,85
-	PVC vinifort Tigre - NBR7362	200	m	96,97
-	Poço de Visita (PV)		un	12
-	PV com tubo de queda (TD)		un	1
-	Tubo de Queda		m	1,91
-	Curva PVC 90°	100	un	1
-	Tampas PVC	100	un	1







LISTA DE MATERIAL : REDE DE ESGOTO					
	ITEM	DISCRIMINAÇÃO	DIAM. (mm)	UNID.	QUANT.
	.	PVC vinilfort Tigre - NBR7362	100	m	889,63
	.	PVC vinilfort Tigre - NBR7362	200	m	11,32
	○	Poço de Visita (PV)		un	12
	○	PV com tubo de queda (TQ)		un	1
	.	Tubo de Queda		m	0,56
	.	Curva PVC 90°	100	un	1
	.	Tampao PVC	100	un	1

