



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS  
CURSO DE ENGENHARIA HÍDRICA**



**Viviane Mezzomo**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS  
CONDOMINIAL E CONVENCIONAL DO TIPO SEPARADOR  
ABSOLUTO DE COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO**

Porto Alegre  
Dezembro de 2019

**Viviane Mezzomo**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS  
CONDOMINIAL E CONVENCIONAL DO TIPO SEPARADOR  
ABSOLUTO DE COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO APRESENTADO  
AO INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS  
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO  
GRANDE DO SUL COMO PARTE DOS  
REQUISITOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO  
DE ENGENHEIRA HÍDRICA.

**Orientador: Antônio Domingues Benetti**  
**Co-orientador: Gino Roberto Gehling**

Porto Alegre

Dezembro de 2019

## CIP - Catalogação na Publicação

Mezzomo, Viviane

Estudo comparativo entre os sistemas condominial e convencional do tipo separador absoluto de coleta de esgoto sanitário / Viviane Mezzomo. -- 2019.

125 f.

Orientador: Antônio Domingues Benetti.

Coorientador: Gino Roberto Gehling.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Curso de Engenharia Hídrica, Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. Sistema condominial de esgoto. 2. Ramais condominiais. 3. Rede coletora de esgoto sanitário. 4. Saneamento básico. 5. Comparação de custos em coleta de esgoto. I. Benetti, Antônio Domingues, orient. II. Gehling, Gino Roberto, coorient. III. Título.

**VIVIANE MEZZOMO**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS CONDOMINIAL E  
CONVENCIONAL DO TIPO SEPARADOR ABSOLUTO DE COLETA  
DE ESGOTO SANITÁRIO**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Instituto de  
Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul como parte dos requisitos para a  
obtenção do título de Engenheira Hídrica.

Aprovado em: Porto Alegre, 12 de dezembro de 2019.

---

Prof. Dr. Antônio Domingues Benetti – UFRGS  
Orientador

---

Prof. Dr. Gino Roberto Gehling – UFRGS  
Examinador (Co-orientador)

---

Prof. Ma. Eliane Conterato – UNISINOS  
Examinador

---

Eng. Vitor Cristiano Rezende Queiroz – DEPRE/CORSAN  
Examinador

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais e à minha irmã pela formação, apoio, incentivo e paciência, presentes em todas as etapas da minha formação.

Ao Prof. Antônio Domingues Benetti e ao Prof. Gino Roberto Gehling pela orientação e colaboração ao longo de todo o processo.

A todos os professores que tive durante a vida. Minhas conquistas acadêmicas são frutos de seus ensinamentos.

Aos meus amigos que sempre me apoiaram e entenderam minha ausência nesses anos de graduação.

A todos os meus colegas de curso que direta ou indiretamente contribuíram para que meus dias fossem mais felizes.

À equipe do Departamento de Projetos de Esgoto da CORSAN pela amizade, auxílio, disponibilidade e orientações, fundamentais e indispensáveis para a realização deste trabalho.

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

Curiosity has its own reason for existence.

*Albert Einstein*

## RESUMO

Visto que os custos atribuídos à implantação de sistemas de esgotamento sanitário são extremamente elevados, em meados dos anos 80, o Engenheiro José Carlos Melo elaborou o sistema condominial de coleta de água e esgoto, o qual possui como pressuposto a maior participação comunitária, menores custos de construção quando comparado ao sistema convencional e adequação do traçado à realidade socioambiental do local. Assim, este trabalho buscou avaliar a aplicabilidade da implementação do sistema condominial de coleta de esgoto, contrapondo-o ao sistema convencional do tipo separador absoluto, em duas regiões do município de Camaquã/RS: uma com elevado gradiente topográfico (Cenário 1) e outra com baixo gradiente topográfico (Cenário 2). Para isso, foi utilizado o software SANCAD para o dimensionamento das redes coletoras e dos ramais condominiais e, em seguida, foi realizada uma estimativa de custos de implantação de cada um dos projetos propostos, levando em consideração os parâmetros: extensão da tubulação, remoção da pavimentação, escavação, reaterro, escoramento, repavimentação e dispositivos especiais e estruturas acessórias. Por fim, foram realizadas comparações orçamentárias de modo a definir qual o melhor sistema a ser adotado para cada um dos cenários. Conforme previsto pela literatura, em ambos cenários avaliados, o sistema condominial de fato trouxe redução nos custos construtivos, bem como nos custos relacionados a dispositivos especiais e estruturas acessórias. De maneira geral, as maiores diferenças encontradas estão vinculadas aos dispositivos especiais, no caso do Cenário 1, e ao escoramento, no caso do Cenário 2. Neste último cenário, em particular, foi indicada a instalação e operação de uma estação elevatória devido às elevadas profundidades atingidas pela rede coletora do sistema convencional. Em ambos cenários foi também observado que, embora a construção dos ramais condominiais obteve custos totais superiores aos dos coletores prediais, a implantação da rede coletora condominial tem seu custo reduzido, visto que esta deixa de contornar uma quadra por inteiro com um recobrimento maior. Assim, do ponto de vista técnico e econômico, o sistema condominial se mostrou a melhor opção a ser adotada em ambos cenários. No entanto, é necessário assegurar o interesse e o comprometimento de todos os moradores, uma vez que este sistema se trata tanto de uma obra física, quanto social, em que o uso inadequado de um usuário pode vir a causar problemas para os demais membros do condomínio. Ainda assim, o sistema condominial mostrou ser uma opção que incentiva a universalização do saneamento do Brasil e merece, portanto, ser cada vez mais considerada e utilizada em projetos de saneamento.

**Palavras-chave:** Sistema condominial de esgoto. Ramais condominiais. Rede coletora de esgoto sanitário. Saneamento básico. Comparação de custos em coleta de esgoto.

## ABSTRACT

Since the costs attributed to the implementation of sewage systems are extremely high, in the mid-80s, the Engineer José Carlos Melo developed the condominial approach to the construction of water and sewerage networks, which is based on greater community participation, lower construction costs when compared to the conventional system and the layout adaptation to the local socio-environmental reality. Thus, this study aimed to assess the applicability of the implementation of the condominial sewerage collection system, in contrast to the conventional absolute separator system, in two regions of Camaquã/RS: one with high topographic gradient (Scenario 1) and the other one with low topographic gradient (Scenario 2). For this purpose, the SANCAD software was used for the network sizing and the condominial branches and, after that, an implementation cost was estimated for each of the proposed projects, taking into consideration the following parameters: pipeline extension, paving removal, excavation, backfill, shoring, repaving and special devices and accessory structures. Finally, budget comparisons were made to define the best system to be adopted for each of the scenarios. As predicted by the literature, in both scenarios evaluated, the condominial approach indeed caused a reduction in the construction costs, as well as in the costs related to special devices and accessory structures. In general, the major differences found are related to the special devices, in the case of Scenario 1, and to the shoring of the collecting network, in the case of Scenario 2. In the latter scenario, in particular, the installation and operation of a pumping station was indicated due to the high depths reached by the conventional system network. In both scenarios, it was also observed that, although the construction of condominial branches obtained higher total costs than building collectors, the implementation of the condominial collecting network has a reduced cost, since it no longer outlines an entire block with a larger covering. Thus, from a technical and economic point of view, the condominial approach proved to be the best option to be adopted in both scenarios. However, it is necessary to ensure the interest and commitment of all residents, as this system is both a physical and a social work, where the inappropriate use of one user may cause problems for other members of the community. Still, the condominial approach has proved to be an option that encourages the universalization of sanitation in Brazil and therefore deserves to be increasingly considered and used in sanitation projects.

**Keywords:** Condominial sewerage system. Condominial branches. Sewer collection network. Basic sanitation. Cost comparison in sewage collection.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Sistema condominial de coleta de esgoto sanitário.....	22
Figura 2: As alternativas de localização do ramal condominial.....	27
Figura 3: Esquema de sistema de coleta, transporte, tratamento e disposição final de esgoto sanitário. ....	34
Figura 4: Mapa de localização.....	54
Figura 5: Localização do Cenário 1.....	55
Figura 6: Localização do Cenário 2.....	56
Figura 7: Metodologia empregada na utilização do software <i>SANCAD</i> . ....	60
Figura 8: Inserção dos dados hidráulicos gerais no <i>SANCAD</i> .....	61
Figura 9: Ajuste de parâmetros da rotina de dimensionamento da rede de esgotos.....	63
Figura 10: Entrada de vazões concentradas no <i>SANCAD</i> . ....	65
Figura 11: Tabela utilizada para o dimensionamento dos coletores prediais. ....	66
Figura 12: Exemplo de ramal condominial projetado. ....	67
Figura 13: Traçado da rede coletora do cenário 1, considerando adoção do sistema convencional (acima) e condominial (abaixo).....	73
Figura 14: Traçado da rede coletora do cenário 2, considerando adoção do sistema convencional (acima) e condominial (abaixo).....	74
Quadro 1: Tabela comparativa entre os sistemas convencional e condominial de coleta e transporte de esgoto sanitário. ....	33
Quadro 2: Métodos de projeção populacional.....	38

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: População referente aos anos 1991, 2000, 2010 e 2019.....	57
Tabela 2: Dados hidráulicos gerais.....	61
Tabela 3: Dimensionamento dos coletores prediais. ....	65
Tabela 4: Projeção populacional. ....	70
Tabela 5: Quantidade de economias e ligações das quadras de ambos cenários analisados. ....	71
Tabela 6: População de início e fim de plano para ambos cenários analisados. ....	72
Tabela 7: Extensão da tubulação – Cenário 1. ....	77
Tabela 8: Extensão da tubulação – Cenário 2. ....	78
Tabela 9: Remoção da pavimentação – Cenário 1. ....	79
Tabela 10: Repavimentação – Cenário 1.....	80
Tabela 11: Remoção da pavimentação – Cenário 2. ....	80
Tabela 12: Repavimentação – Cenário 2.....	81
Tabela 13: Escavação – Cenário 1.....	82
Tabela 14: Escavação – Cenário 2.....	82
Tabela 15: Reaterro – Cenário 1.....	83
Tabela 16: Reaterro – Cenário 2.....	84
Tabela 17: Escoramento – Cenário 1.....	84
Tabela 18: Escoramento – Cenário 2.....	85
Tabela 19: Dispositivos especiais e estruturas acessórias – Cenário 1.....	86
Tabela 20: Dispositivos especiais e estruturas acessórias – Cenário 2.....	86
Tabela 21: Custo total – Cenário 1. ....	87
Tabela 22: Custo total – Cenário 2. ....	87

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	– Associação Brasileira de Normas Técnicas;
CAIXA	– Caixa Econômica Federal;
CI	– Caixa de inspeção;
CORSAN	– Companhia Riograndense de Saneamento
CP	– Caixa de passagem;
DN	– Diâmetro nominal;
ELE	– Estação elevatória de esgoto;
ETE	– Estação de tratamento de esgoto;
H <sub>2</sub> S	– Sulfeto de hidrogênio;
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	– Ácido sulfúrico;
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
NBR	– Norma Técnica;
NTS	– Norma Técnica da SABESP;
PEAD	– Polietileno de Alta Densidade;
PV	– Poço de visita;
PVC	– Policloreto de vinila;
SABESP	– Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo;
SCE	– Sistema Condominial de Esgotos;
SEINFRA	– Secretaria de Infraestrutura do Ceará;
SINAPI	– Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índice da Construção Civil;
SNIS	– Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento;
TIL	– Tubo de inspeção e limpeza;
TL	– Terminal de limpeza;
UHC	– Unidades de Hunter de contribuição.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Objetivo geral.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>16</b>
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Histórico dos sistemas de esgotamento sanitário .....</b>	<b>17</b>
3.1.1.    Sistemas de esgotamento sanitário no mundo .....	17
3.1.2.    Situação do esgotamento sanitário no Brasil .....	18
<b>3.2 Tipos de sistemas de esgotos sanitários .....</b>	<b>20</b>
3.2.1.    Sistemas individuais .....	20
3.2.2.    Sistemas coletivos.....	20
3.2.3.    Sistemas alternativos.....	21
<b>3.3 Conceitos e definições.....</b>	<b>22</b>
<b>3.4 Sistema condominial de esgotos sanitários.....</b>	<b>24</b>
3.4.1.    Histórico do sistema condominial no Brasil .....	25
3.4.2.    Implantação do sistema condominial.....	26
<b>3.5 Comparação entre os sistemas condominial e convencional do tipo separador absoluto.....</b>	<b>29</b>
<b>3.6 Rede coletora de esgoto .....</b>	<b>34</b>
3.6.1.    Definição.....	35
3.6.2.    Parâmetros limites e valores de projeto .....	36
3.6.3.    Traçado da rede coletora .....	40
3.6.4.    Dimensionamento hidráulico .....	41
3.6.5.    Órgãos acessórios na rede coletora .....	50
3.6.6.    Custos atribuídos à construção das redes coletoras .....	52
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>53</b>
<b>4.1 Descrição das áreas de estudo .....</b>	<b>53</b>
<b>4.2 Estudo demográfico.....</b>	<b>57</b>
<b>4.3 Determinação do traçado da rede coletora .....</b>	<b>58</b>
<b>4.4 Dimensionamento da rede coletora.....</b>	<b>59</b>
4.4.1.    Software <i>SANCAD</i> – Sanegraph .....	59
4.4.2.    Etapas do dimensionamento .....	60

<b>4.5 Estimativa de custos .....</b>	<b>68</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>70</b>
<b>5.1 Estudo demográfico.....</b>	<b>70</b>
<b>5.2 Traçado da rede coletora .....</b>	<b>72</b>
<b>5.3 Dimensionamento da rede coletora.....</b>	<b>75</b>
5.3.1. Cenário 1.....	75
5.3.2. Cenário 2.....	76
<b>5.4 Quantitativo e estimativas de custos .....</b>	<b>76</b>
5.4.1. Extensão da tubulação .....	77
5.4.2. Remoção da pavimentação e repavimentação .....	78
5.4.3. Escavação.....	81
5.4.4. Reaterro.....	83
5.4.5. Escoramento.....	84
5.4.6. Dispositivos especiais e estruturas acessórias.....	85
5.4.7. Custo total.....	87
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>89</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>91</b>
<b>APÊNDICE A – DESENHOS DO DIMENSIONAMENTO .....</b>	<b>95</b>
<b>APÊNDICE B – PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO .....</b>	<b>100</b>
<b>APÊNDICE C – ORÇAMENTO .....</b>	<b>118</b>
<b>APÊNDICE D – DESENHOS DA PAVIMENTAÇÃO EXISTENTE .....</b>	<b>123</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A universalização da prestação dos serviços de saneamento é um dos maiores anseios da população mundial. Ainda privilégio de poucos, o saneamento precário cria um ambiente propício para a proliferação de doenças, poluição do solo, contaminação de águas superficiais e freáticas, mal-estar humano e desigualdade social. Apesar do acesso universal aos serviços de saneamento básico ter sido definido princípio fundamental pela Lei Federal nº 11.445/2007, regulamentada pelo Decreto nº 8.211/2014, cerca de 90% dos municípios brasileiros contam com serviço de abastecimento de água, enquanto que, paradoxalmente, apenas cerca de 50% contam com coleta de esgoto sanitário (IBGE, 2008).

Com a construção do sistema de esgoto sanitário numa comunidade, procura-se atingir, principalmente, os seguintes objetivos: melhoria das condições higiênicas locais e o consequente aumento da produtividade; coleta e afastamento rápido e seguro do esgoto sanitário; disposição sanitariamente adequada do efluente; e proteção de comunidades e estabelecimentos de jusante (AZEVEDO NETTO, 1998). Contudo, com a indisponibilidade de recursos financeiros e o alto custo de implantação de sistemas de esgotamento sanitário convencionais do tipo separador absoluto, regiões com baixo desenvolvimento econômico e, muitas vezes, sujeitas a situações topográficas desfavoráveis, acabam não sendo contempladas com serviços básicos de esgotamento sanitário.

Em áreas planas ou onde o terreno apresenta baixas declividades, a implantação e operação de redes coletoras de esgoto sanitário pode tornar-se bastante onerosa, pois são frequentes a presença de solos moles e lençol freático alto, que exigem disposições construtivas especiais, a necessidade de instalação e operação de estações elevatórias, bem como a possibilidade de ocorrência de maiores problemas, uma vez que são considerados os riscos de geração de sulfeto de hidrogênio pela falta de autolimpeza das tubulações (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999, p. 32; QUEIROZ, 2015). Em locais com topografias acidentadas, em contrapartida, as redes coletoras de esgoto apresentam resultados satisfatórios de tensão trativa, certificando a autolimpeza dos coletores. Contudo, redes com elevadas declividades podem ocasionar escoamento com altas velocidades, o que pode vir a ser danoso para a integridade das superfícies internas das canalizações, principalmente pelo efeito do atrito causado pelos sólidos presentes no escoamento.

Sabendo que as redes de esgotos representam aproximadamente 75% do custo de implantação de um sistema de esgotamento sanitário, enquanto os coletores tronco representam 10%, as elevatórias 1%, e as estações de tratamento 14% do custo de implantação (TSUTIYA e SOBRINHO, 1999, p. 24), torna-se necessária a elaboração de sistemas alternativos para a sua coleta e transporte. Assim, o sistema condominial de esgotos, por sua vez, permite aliar a redução dos investimentos à preservação da qualidade dos serviços, sendo ainda versátil frente às altas densidades habitacionais e aos diversos assentamentos constituídos espontaneamente. Esse sistema procura ser o mais adequado às condições locais topográficas, urbanísticas, habitacionais e também socioeconômicas (MELO, 2008, p.35). A partir de fatores como a redução do número de ligações na rede pública, decréscimo da extensão dessa rede e redução da profundidade da tubulação, o sistema condominial apresenta vantagens sob o sistema convencional atualmente utilizado e motiva a universalização do saneamento no Brasil.

Sendo assim, este trabalho busca determinar qual o custo-benefício da implementação do sistema condominial de coleta de esgoto sanitário em comparação ao sistema convencional do tipo separador absoluto. Portanto, no capítulo 2 são apresentados os objetivos da pesquisa e no capítulo 3 é apresentada a revisão bibliográfica dos sistemas de esgotamento sanitário, com especial ênfase no sistema condominial e no dimensionamento de redes coletoras. Esta revisão fundamentou a metodologia, apresentada no capítulo 4, e contribuiu para a análise dos resultados e discussões, apresentados no capítulo 5. No capítulo 6, encontram-se as conclusões deste trabalho e, na sequência, as revisões bibliográficas, bem como os Apêndices deste trabalho, onde constam as plantas das redes projetadas, as planilhas de dimensionamento e os orçamentos gerados.

## **2 OBJETIVOS**

Os objetivos deste trabalho estão classificados em geral e específicos e serão descritos a seguir.

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar a aplicabilidade da implementação do sistema condominial de coleta de esgoto, contrapondo-o ao sistema convencional do tipo separador absoluto, em duas regiões do município de Camaquã/RS.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Projetar a rede coletora de esgoto para ambos sistemas estudados considerando dois cenários: um com elevado gradiente topográfico (Cenário 1) e outro com baixo gradiente topográfico (Cenário 2);
- Estimar os custos para a implantação de cada um dos projetos propostos, nos dois cenários analisados;
- Realizar comparações orçamentárias de modo a definir qual o melhor sistema a ser adotado para cada um dos cenários.



### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

De forma a contextualizar o tema escolhido para este trabalho, a seguir será abordado o histórico dos sistemas de esgotamento sanitário e, na sequência, serão descritos os tipos de sistemas de esgoto sanitário existentes, bem como as definições dos principais conceitos utilizados ao longo do texto. Ainda, o sistema condominial será apresentado e então comparado com o sistema atualmente utilizado, do tipo separador absoluto. Por fim, serão abordados os principais aspectos da rede coletora de esgoto, destacando-se o essencial para o seu dimensionamento hidráulico.

#### **3.1 Histórico dos sistemas de esgotamento sanitário**

A seguir, será abordado um breve histórico dos sistemas de esgotamento sanitário no mundo com posterior ênfase no Brasil, trazendo um pouco da legislação sobre o tema, bem como da falta de serviços de esgotamento sanitário em comparação a serviços relacionados ao abastecimento de água.

##### **3.1.1. Sistemas de esgotamento sanitário no mundo**

Com o intuito de atender todos os cidadãos, os romanos foram os responsáveis por transformar os trabalhos de engenharia dos assírios em uma grande infraestrutura. (LOFRANO E BROWN, 2009). Construída no século 6 antes de Cristo, a Cloaca Máxima de Roma é considerada o primeiro sistema de esgoto planejado e implantado no mundo (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999).

Contudo, a história mostra que o esgoto não foi introduzido como uma melhoria do conforto para o modo de vida da população, mas imposto como consequência de epidemias de cólera e malária (AZEVEDO NETTO, 1992; TSUTIYA E SOBRINHO, 1999). Com o colapso do império romano e o início de uma regressão histórica sem precedentes, a água veio a ser extraída de rios e poços e descarregada sem tratamento, resultando na disseminação de doenças (SORI, 2001).

Com isso, um sistema receptor de contribuições pluviais, domésticas e eventualmente industriais, denominados depois de sistema unitário de esgotamento, foi implantado em cidades importantes, destacando-se Boston (1833), Rio de Janeiro (1857), Paris (1880), etc. Em 1879, o Eng. George Waring, ao projetar o sistema de esgotos de Memphis, propôs que as águas residuárias urbanas fossem coletadas e transportadas em um sistema totalmente separado daquele destinado às águas pluviais, a fim de possibilitar obras de menor porte e conseqüentemente de menor custo. Este sistema foi denominado de sistema separador absoluto e muitos dos sistemas implantados a partir de então foram desse tipo (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999).

### 3.1.2. Situação do esgotamento sanitário no Brasil.

O Rio de Janeiro foi uma das primeiras cidades no mundo a contratar a construção do sistema combinado de esgotos. Em 1857, o sistema implementado, que foi posteriormente designado de “Separador Parcial”, recebia e conduzia as águas de 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).

Em 1970 foi formulado o Plano Nacional de Saneamento (Planasa), o qual buscava desenvolver uma política para o setor de esgotamento sanitário e de drenagem pública. No entanto, apresentou uma formulação de política pública predominantemente centrada na expansão da rede urbana de abastecimento de água. Desse modo, no período de 1968 a 1984, 61,2% dos investimentos foram direcionados à essa função, enquanto para o esgotamento sanitário e para a drenagem urbana restaram apenas 25,2% e 13,6%, respectivamente, dos recursos (SOUSA, 2006, p.4). Contudo, em meio à crise econômica, tal plano teve seu fim em 1986.

Em 2007 foi promulgada a Lei 11.445, regulamentada pelo decreto nº 8.211/2014, a qual estabelece 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), o qual deverá ser o instrumento de implementação da Política Federal de Saneamento Básico.

Atualmente, a preocupação com relação às redes de esgotos sanitários ainda existe, pois observa-se a tendência do desordenamento urbano no Brasil. Infelizmente, ainda é possível notar a discrepância da disponibilidade de serviços de esgotamento sanitário, quando comparado à disponibilidade de serviços relacionados ao abastecimento de água. Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), referente ao ano de 2017, no Brasil, o índice de atendimento total de esgoto corresponde a 52,36% quando referido aos municípios atendidos com água. Contudo, tais serviços se encontram menos frequentes em estados cuja população é predominante de baixa renda. Apenas três estados brasileiros, além do Distrito Federal, apresentam índice médio de atendimento urbano com rede coletora de esgotos acima de 70%, são esses: São Paulo, Minas Gerais e Paraná. Contudo, ao se aproximar da região norte do país, tal índice reduz drasticamente. Estados como Maranhão, Piauí, Acre e Amazonas apresentam índice médio de 10% a 20%, e estados como Pará, Amapá e Rondônia, inferior a 10%, conforme o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017, do SNIS, publicado em fevereiro de 2019.

Dessa forma, torna-se mais do que necessária a busca por sistemas que viabilizem a coleta e o transporte de esgoto sanitário a municípios, muitas vezes de baixo índice econômico, ainda não contemplados, em sua totalidade, com esse tipo de serviço. Visando a padronização dos processos produtivos, foram criadas as Normas Brasileiras, as quais foram devidamente aprovadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Para os projetos de Sistema de Esgotamento Sanitário realizados neste trabalho, serão levados em consideração os parâmetros, 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

## 3.2 Tipos de sistemas de esgotos sanitários

Os sistemas de esgotos sanitários são conjuntos de canalizações e obras destinadas ao afastamento de águas residuárias (AZEVEDO NETTO et al., 1977). Estes podem ser de três tipos: sistemas individuais, coletivos ou alternativos.

### 3.2.1. Sistemas individuais

Os sistemas individuais pressupõem a solução no local, sendo, portanto, usualmente adotados para atendimento unifamiliar, embora possam também atender a um certo número de residências próximas entre si (VON SPERLING, 2005, p.54). Com tratamento comumente composto por fossa séptica, filtro anaeróbio e sumidouro, esses sistemas necessitam de manutenção periódica para remoção do lodo, de forma a garantir sua eficácia.

### 3.2.2. Sistemas coletivos

Conforme Von Sperling (2005), os sistemas coletivos são indicados para locais com elevada densidade populacional, como no meio urbano. Esta solução consiste em canalizações que recebem o lançamento dos esgotos, transportando-os ao seu destino, de forma sanitariamente adequada.

De acordo com Tsutiya e Sobrinho (1999, p.2), os sistemas coletivos de esgotos urbanos podem se dividir em:

- a) Sistema de esgotamento unitário, ou sistema combinado, em que as águas residuárias (domésticas e industriais), águas de infiltração (água de subsolo que penetra no sistema através de tubulações e órgãos acessórios) e águas pluviais veiculam por um único sistema.
- b) Sistema de esgotamento parcial, em que uma parcela das águas de chuva, provenientes de telhados e pátios das economias são encaminhadas juntamente com as águas residuárias e águas de infiltração do subsolo para um único sistema de coleta e transporte dos esgotos.
- c) Sistema separador absoluto, em que as águas residuárias (domésticas e industriais) e as águas de infiltração (água de subsolo que penetra no sistema através de tubulações e órgãos acessórios), que constituem o esgoto sanitário, veiculam em um sistema independente, denominado sistema de esgoto sanitário. As águas pluviais são coletadas e transportadas em um sistema de drenagem totalmente independente.

O sistema separador absoluto é visto por especialistas como a solução ideal em termos de saneamento básico. Este 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 extravasões verificadas nos períodos de chuvas intensas, e consequente poluição das águas receptoras, seriam evitadas (AZEVEDO NETTO, 1998, p.510).

### 3.2.3. Sistemas alternativos

Devido ao alto custo de construção de redes coletoras de esgotos, tem sido utilizado sistemas alternativos ao convencional, tais como: redes de coleta e transporte de esgoto decantado, rede pressurizada, rede a vácuo e sistema condominial de esgoto (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999).

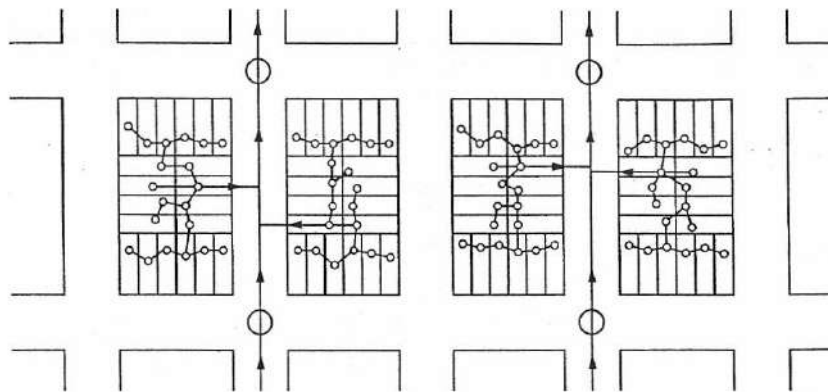
O sistema de redes de coleta e transporte de esgoto decantada apresenta, entre outras características, a utilização de tanques sépticos domiciliares especiais, com dispositivo de secagem de lodo; substituição de poços de visita por tubos de inspeção e limpeza; e tubulações com menores diâmetros, podendo funcionar à seção plena (CYNAMON, 1986).

O sistema de redes a vácuo, por sua vez, funciona a partir de um diferencial de pressão entre a atmosférica 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 mais rasas e estreitas, não há infiltração e contaminação do solo e lençol freático.

Em contrapartida, o sistema de redes pressurizadas consiste no lançamento esporádico do esgoto de tanques para uma tubulação principal, a qual trabalha sob pressão por meio de uma bomba trituradora, capaz de triturar os sólidos presentes no esgoto. Tal sistema é utilizado em casos em que a topografia é desfavorável, porém necessita uma bomba com triturador em cada lançamento na tubulação principal que, além do custo inicial, acarretará custos de operação e manutenção (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999).

Já o sistema condominial de esgoto é caracterizado por receber contribuições de um conjunto de habitações através de ramais condominiais (Figura 1). O traçado destes deve ser aquele que possibilite a melhor relação custo/benefício, sempre prezando pela segurança sanitária e o alcance social. Sabendo que, dentre os demais sistemas alternativos, o foco deste trabalho está direcionado ao sistema condominial, mais detalhes sobre esse sistema serão abordados posteriormente.

Figura 1: Sistema condominial de coleta de esgoto sanitário.



Fonte: Azevedo Netto (1992)

### 3.3 Conceitos e definições

Devido à importância do emprego da terminologia correta, a seguir serão explicitados alguns dos conceitos e definições utilizados ao longo deste trabalho (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999, p.5 e p.24; AZEVEDO NETTO et al., 1977, p.12; NBR 9649, 1986, p.1; NBR 8160, 1999, p.2; PEREIRA E SILVA, 2018, p.64 e 76):

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

Águas residuárias domésticas ou Despejos domésticos: são os despejos líquidos das habitações, estabelecimentos comerciais, instituições e edifícios públicos. Incluem as águas imundas ou negras e as águas servidas;

Águas de infiltração: parcela das águas do subsolo que penetra nas canalizações de esgotos;

Caixa de inspeção (CI): caixa destinada a permitir a inspeção, limpeza, desobstrução, junção, mudanças de declividade e/ou direção das tubulações.

Caixa de passagem (CP): câmara sem acesso localizada em pontos singulares por necessidade construtiva;

Coleta tipo separador absoluto: tipo de coleta em que são instaladas duas tubulações coletoras, uma componente do sistema de esgotamento sanitário, que recebe exclusivamente esgoto sanitário, e a outra do sistema de drenagem pluvial, que recebe todas as águas pluviais (logradouro, telhados e pátios de residências).

Coletor predial: canalização que conduz as águas residuárias dos edifícios;

Coletor tronco: canalização principal, de maior diâmetro, que recebe os efluentes de vários coletores de esgotos, conduzindo-os a um interceptor ou emissário;

Corpo d'água receptor: corpo d'água onde são lançados os esgotos.

Emissário: conduto final de um sistema de esgotos sanitários, destinado ao afastamento dos efluentes da rede para o ponto de lançamento (descarga), sem receber contribuições em caminho;

Estação elevatória de Esgoto (ELE): instalações eletromecânicas para elevar as águas, evitando, dessa maneira, o aprofundamento excessivo das canalizações e em outros casos para possibilitar a entrada nas estações de tratamento ou a descarga final no corpo d'água receptor;

Estação de tratamento de Esgoto (ETE): conjunto de instalações destinadas à depuração dos esgotos, antes de seu lançamento;

Interceptor: canalização de grande porte que intercepta o fluxo de coletores com a finalidade de proteger cursos d'água, lagos, praias, etc. (evitando descargas diretas);

Poço de visita (PV): câmara visitável através de abertura existente em sua parte superior, destinada à execução de trabalhos de manutenção. Os poços de visita também são utilizados como elementos para a junção de coletores, mudança de declividades, etc.;

Rede coletora: conjunto de canalizações compreendendo coletores, coletores tronco, interceptores, emissários, estações elevatórias, sifões invertidos e órgãos acessórios;

Sistema Condominial de Coleta de Esgoto Sanitário: forma de concepção do traçado de redes, onde a ideia central de sua implementação é a formação de condomínios, em grupos de usuários, a nível de quadra urbana, como unidade de esgotamento.

Sistema Convencional de Coleta de Esgoto Sanitário: sistema cuja coleta é realizada em área pública (passeio ou rua). É constituído por coletor predial, coletor secundário, coletor primário e interceptor.

Terminal de limpeza (TL): dispositivo que permite introdução de equipamentos de limpeza, localizado na cabeceira de qualquer coletor,

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

### 3.4 Sistema condominial de esgotos sanitários

As discussões atuais sobre o futuro do setor de saneamento colocam como objetivo inadiável e desafio principal a busca pela universalização da prestação dos serviços (LOBO, 2003, p.18). No entanto, a implantação de sistemas de coleta de esgoto baseados no paradigma de uso de tecnologias padronizadas, rígidas, que muitas vezes não atendem à peculiaridade de cada local está, cada vez mais, perdendo espaço para as inovações tecnológicas. Como estas envolvem a adaptação de sistemas à realidade local, a presença da população em todas as etapas é imprescindível, visto que somente a comunidade conhece a fundo seus problemas e, portanto, ela é a mais indicada para expor suas demandas (SILVA, 2006, p. 1).

Assim, o sistema condominial compreende três partes: os ramais condominiais, os coletores públicos e a unidade de tratamento. Este funciona através de um sistema de condomínios de conexões dentro de cada bloco. Desse modo, todo o sistema condominial compreende vários microssistemas, em que cada casa no bloco se conecta à rede coletora através de ramais condominiais interligados uns aos outros por caixas de inspeção. Nesse sistema, nem todas as ruas terão esgoto e algumas ruas não terão esgotos ao longo de todo o seu comprimento, resultando em menor extensão total dos esgotos públicos quando comparada ao sistema de esgoto convencional (AZEVEDO NETTO, 1992).

Conforme Lobo (2003), o sistema condominial é um dos bons exemplos de experiências bem-sucedidas. Este, que foi desenvolvido e aperfeiçoado no Brasil e logo reconhecido internacionalmente, apresenta a importante 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 planejamento até a fase de implantação dos projetos.

De acordo com Melo (2008), o sistema condominial possui quatro princípios norteadores: (i) participação comunitária, de forma a tornar o problema mais visível e palpável para os moradores, conscientizando-os para o uso correto do sistema; (ii) adequação às realidades econômico-financeira, física, ambiental e urbanística do local de implantação do sistema; (iii) integração de agentes e ações, a fim de evitar custos e problemas desnecessários causados pela falta de comunicação entre os agentes envolvidos; (iv) gradualismo, ou seja, estar consciente da evolução constante das cidades de forma a utilizar eficazmente os recursos financeiros à medida que estes são disponibilizados.



O modelo condominial, portanto, como condição para não ficar também restrito 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 suburbanizados e favelas, ou seja, locais em que não existe arreamento definido, nem regularização imobiliária, sendo considerados como clandestinos (MELO, 2008, p.18; FRIGO E SALVADOR, 2016). Contudo, o desenvolvimento desse sistema não representou nenhuma novidade na tecnologia empregada, mas inovou na solução institucional adotada, baseada nos princípios de organização e participação das comunidades no desenho, na implantação, operação e manutenção parcial dos sistemas (LOBO, 2003).

#### 3.4.1. Histórico do sistema condominial no Brasil

Desenvolvido no Brasil em 1980, o sistema condominial surgiu a partir dos conceitos desenvolvidos pelo engenheiro José Carlos Melo, que acreditava que a mobilização e participação intensiva dos possíveis beneficiários era algo indispensável. 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).

O sistema condominial de esgotos teve como ponto de partida a sua implantação em duas oportunidades simultâneas: uma delas na concessionária de Saneamento do Rio Grande do Norte (CAERN) que, com financiamento do Banco Mundial, possibilitara a entrada pioneira de um sistema de esgotos em áreas pobres, como Rocas e Santos Reis, localizadas na capital do Estado; e a outra na cidade de Petrolina, no Pernambuco, a partir de financiamento do Governo Federal (MELO, 2008, p.45).

A característica marcante de Rocas e Santos Reis, bairros pobres vizinhos da cidade de Natal, era a elevada densidade das casas, sua pobreza e desarrumação e, principalmente, o fato de que grande parte delas estar situada abaixo do nível das ruas. 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 (MELO, 2008, p. 46).

Em Petrolina, por sua vez, a experiência-piloto, além de reafirmar a participação comunitária e a descentralização do tratamento, evidenciou que o novo sistema viria para o atendimento da cidade como um todo, uma vez que já no início as suas duas áreas beneficiadas foram representativas dos extremos de renda e de urbanização da cidade (MELO, 2008, p. 46).

Além destas localidades, o sistema condominial também foi posteriormente aderido por outras regiões do Brasil, assim como Brasília, Salvador, Recife, Parauapebas e Rio de Janeiro.

De acordo com o autor, em Brasília, por exemplo, devido à limitação de recursos financeiros para investimentos, a partir de 1991 a Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB) passou a incentivar a construção dos ramais condominiais pelos condôminos, com a devida assistência da empresa em todas as etapas do processo. Dessa forma, aos usuários cujos ramais condominiais são implementados no interior do lote, é concebido um coeficiente redutor de 60% aplicado sobre o sistema tarifário de abastecimento de água, em decorrência do pressuposto de que a manutenção é feita pelo próprio usuário. Em contrapartida, aos usuários cujos ramais são implementados no passeio, ou seja, cuja manutenção é feita pela empresa, não houve qualquer redução no preço. Com 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.

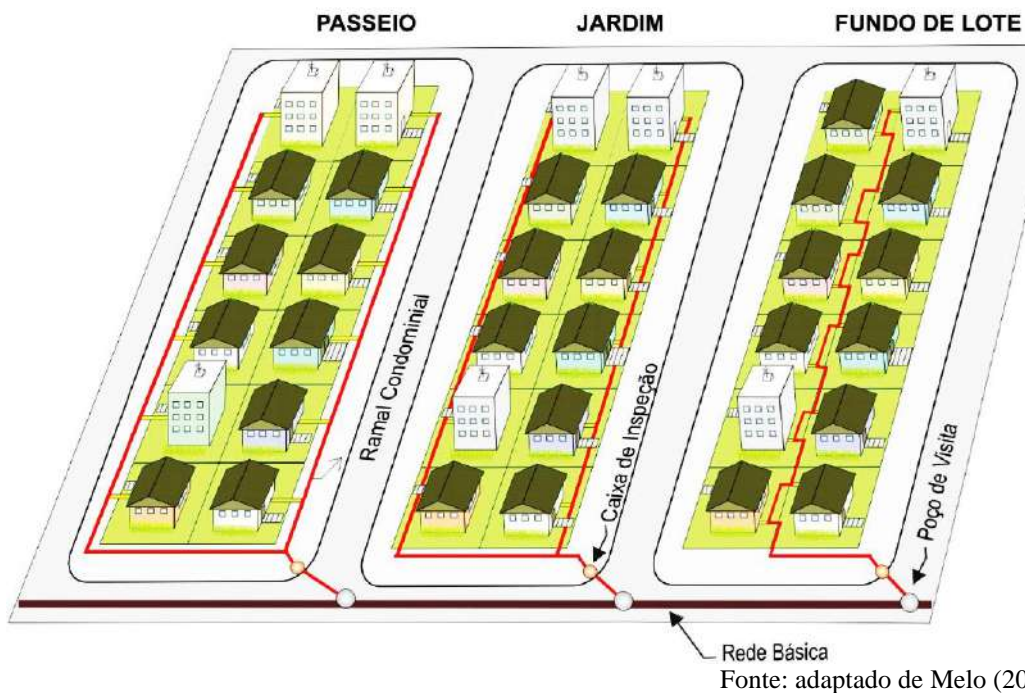
### 3.4.2. Implantação do sistema condominial

Inicialmente, e parte fundamental do processo de implantação do sistema de coleta e transporte de esgoto sanitário condominial, é a assinatura do termo de adesão aos serviços de esgotamento sanitário por parte dos usuários e o então cumprimento das obrigações estabelecidas no documento. Para atingir esse objetivo, as equipes de projeto inicialmente estabelecem uma série de reuniões com o bairro em questão, onde é apresentada uma visão geral do processo, as responsabilidades pela construção e manutenção e os custos de implantação do sistema (OSTROM, 1996).

Em seguida, são realizadas reuniões condominiais, no âmbito de cada quadra, com a finalidade de promover a organização do condomínio. A sua pauta contempla as regras de adesão, as formas e padrões de atendimento, custos, direitos e deveres relacionados com a implantação e operação dos ramais condominiais, a escolha de um síndico ou representante do condomínio e a distribuição do termo de adesão (para circulação no condomínio e coleta de sua opção de locação do ramal). O síndico é o vizinho escolhido na reunião para, desejavelmente, cuidar dos interesses do condomínio, representá-lo perante o Serviço de Saneamento, apoiar e fiscalizar a correta implantação do sistema de esgotos na quadra e ajudar, no possível, a normalidade da operação do ramal condominial (MELO, 2008, p. 117).

Nessas reuniões é também determinada a posição dos ramais condominiais do sistema, com base na escolha do usuário. Normalmente são três as alternativas locais básicas (Figura 2): os chamados ramais de passeio, ramais de jardim e ramais de fundo de lote, além das soluções mistas, que combinam mais de uma dessas alternativas num mesmo condomínio (MELO, 2008, p.126). A posição do ramal afetará o custo de implantação e as tarifas cobradas pelo provedor do serviço.

Figura 2: As alternativas de localização do ramal condominial.



Os ramais de passeio (Figura 2, à esquerda) 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).

Os ramais de jardim (Figura 2, ao centro), dentro dos lotes e na sua parte frontal, permite o atendimento de quadras situadas abaixo do nível da rua e com casas com fossa na frente. É também 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 (MELO, 2008).

Os ramais de fundo de lote (Figura 2, à direita) é destinado, sobretudo, ao atendimento de quadras situadas abaixo do nível da rua ou cujos terrenos caem para os fundos, ou ainda quadras com geminação lateral das casas e fossas no fundo, desde que existam, nesta posição, os espaços mínimos necessários. Também pode ser uma opção econômica do condomínio, já que quando esta posição é viável ele é o mais econômico, na sua própria construção e na instalação da interligação da casa (MELO, 2008).

Os dois últimos tipos são os mais adequados às urbanizações especiais na sua topografia e urbanização. Estes tendem a apresentar 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.

Além das opções tradicionais, os ramais podem ser mistos, atendendo, principalmente, quadras com partes de características distintas quanto ao escoamento (por exemplo, com uma face escoando para o fundo e outra para a frente dos lotes) ou de preferências distintas quanto ao tipo de ramal, fato mais raro e que poderá subdividir fisicamente o condomínio (MELO, 2008).

Chegar a essas decisões pode levar um tempo considerável se alguns vizinhos quiserem o layout do quintal menos caro, mas mais intrusivo, enquanto outros querem o quintal mais caro, e menos intrusivo, ou opções de calçada (OSTROM, 1996). Em cada condomínio sempre haverá uma opção que, do ponto de vista técnico, será a melhor (mais adequada e mais econômica), senão a única. A decisão sobre o tipo de ramal, todavia, deve caber aos usuários, no seu condomínio, que escolhe entre as alternativas tecnicamente viáveis para a

quadra (e condições associadas a cada uma delas) aquela de sua preferência (MELO, 2008, p.125).

### **3.5 Comparação entre os sistemas condominial e convencional do tipo separador absoluto**

Uma das maiores dificuldades para estender os serviços de esgoto para a população de baixa renda das cidades brasileiras é o paradigma técnico historicamente adotado para o setor, com enfoque tecnicista, afastado da realidade das comunidades pobres e da função social de prover soluções técnicas adequadas aos problemas da sociedade (LOBO, 2003, p.45). De maneira geral, o sistema convencional possui duas características importantes: a individualização da coleta ao nível de cada prédio e que lhe determina uma rede coletora extensiva a todas as ruas, e a tendência à concentração do processamento final, desta feita, trazendo a necessidade de pesadas estruturas de transporte. Na decorrência dessa concepção, vêm os seus elevados custos de implantação, enormes dificuldades construtivas e uma característica inflexibilidade diante da realidade das cidades e de seus concessionários (MELO, 2008, p.25).

Em localidades com topografia plana, a necessidade do traçado da rede coletora em contornar todas as quadras para a efetivação da ligação individual de cada residência determina a maior profundidade necessária para a rede coletora. Com maiores extensões e maiores profundidades de rede, maiores são os obstáculos encontrados nas escavações. Outras desvantagens são destacadas por Melo (2008, p.25):

[...] a quebra e reposição de pavimentos; os custos de escoramentos que asseguram a estabilidade das valas mais profundas; a maior probabilidade de ocorrência de lençol freático a exigir rebaixamento; o encontro de rochas que demandem maiores esforços de desmonte ou até o uso de explosivos; ou ainda, interferências com outras obras de infraestrutura e que obrigam uma quase sempre desconfortável e cara conciliação.

Os esgotos condominiais, por sua vez, são relativamente novos no setor de saneamento do Brasil. Desenvolvido como alternativa viável aos esgotos convencionais, os esgotos condominiais são caracterizados por materiais baratos, escavações rasas, pequenos diâmetros e declives modestos (NANCE, 2005, p.3).

Melo (2005, p.6) diferencia o sistema convencional do condominial com base em dois conceitos-chave:

O primeiro conceito efetivamente redefine a unidade à qual o serviço é fornecido. Enquanto os sistemas convencionais essencialmente fornecem serviços para cada unidade habitacional, os sistemas condominiais fornecem serviços para cada bloco habitacional ou qualquer grupo de residências que possa ser denominado unidade de vizinhança ou “condomínio”. [...] Como resultado desse novo conceito, a rede pública não precisa mais percorrer todos os terrenos ou estar presente em todas as ruas, mas apenas fornecer um único ponto de conexão a cada quarteirão da cidade. Portanto, o comprimento necessário da rede é consideravelmente menor do que o de um sistema convencional.

O segundo conceito [...] é o desenvolvimento de uma relação muito mais próxima entre provedores de serviços e usuários, encorajando as duas partes a chegarem a um acordo para facilitar a expansão do serviço e a adaptação às necessidades e restrições locais. Assim, o condomínio passa a ser não apenas uma unidade física de prestação de serviços, mas uma unidade social para facilitar as decisões coletivas e organizar as ações comunitárias. Os integrantes do condomínio devem selecionar o desenho adequado do serviço condominial e comprometer-se com ações complementares que vão desde a educação sanitária até a participação direta no processo de construção e / ou manutenção.

Moraes (2000, p.2), no entanto, os diferencia com base em aspectos econômicos, topográficos e urbanísticos:

Criado como uma alternativa para o sistema convencional, o sistema condominial propõe o barateamento dos custos de implantação, operação e manutenção de sistemas de esgotamento sanitário. O sistema convencional tem custos de implantação, operação e manutenção elevados, exige equipamentos de energia, estações elevatórias ao longo do percurso e escavações mais profundas para assentamento da rede. É empregado, mais frequentemente, em um partido urbanístico que obedeça a uma geometria, com quadras delimitadas e com algum tipo de alinhamento.

No sistema condominial a rede coletora acompanha o traçado das ruas contornando todas as quadras e cada residência liga-se individualmente a essa rede (FSESP, 1987, apud MORAES, 2000, p.2). O SCE, ao contrário, busca o esgoto na fonte, onde é gerado: pelo fundo do lote, na frente do lote ou na calçada. Em áreas de topografia acidentada, de alta densidade populacional e de ocupação “desordenada”, o SCE torna-se uma solução indicada. Esse sistema tem como características básicas: menor custo; adequação à realidade socioambiental das populações; participação popular em todas as etapas do projeto (planejamento, execução, operação e manutenção).

Porém, segundo Moraes (2000, p.5), mesmo com o menor custo de implantação do sistema condominial em relação ao sistema convencional e da adequação à realidade de ocupação das periferias urbanas brasileiras existem restrições para a sua implantação, principalmente em larga escala. O sistema condominial não diz respeito unicamente a execução de uma obra física, e sim a uma obra social que deve ser planejada, executada e mantida a partir de acordos, pactos que envolvem o Poder Público, as populações beneficiadas e as lideranças locais. Para tanto, um programa de educação sanitária e ambiental deve acompanhar a implementação do sistema condominial, para que haja um processo de discussão intenso com as populações alvo (MORAES, 2000, p.5).

Assim, pode-se citar três pontos que tornam o sistema condominial vulnerável: a) o uso de coletores de pequenos diâmetros, que, ainda que dentro dos limites estabelecidos pelas normas e pela hidráulica, promove resistência ao se presumir o subdimensionamento do sistema; b) o uso de espaços privados e semiprivados para a sua implantação, podendo gerar conflitos na vizinhança; c) a baixa capacidade de mobilização da população e de pequeno número de entidades de bairro organizadas, exigindo esforço por parte do Poder Público em promover discussões com as populações para o entendimento do sistema condominial, tomada de decisão e divisão de tarefas e responsabilidades (MORAES, 2000, p.5).

Contudo, conforme Melo (2008, p. 125), uma virtude importante do ramal condominial é a sua flexibilidade. Como o sistema é composto de tubulações de pequeno diâmetro e de dispositivos de inspeção compactos, é capaz de caber em menores espaços. Por exigir a adoção de trechos curtos e, conseqüentemente, muitas junções, é uma estrutura que permite ao projetista explorar o traçado mais favorável em cada situação, contornando os obstáculos existentes e tirando o máximo proveito da topografia natural do terreno. Além disso, os moradores locais têm as habilidades necessárias para escavar e manter os ramais condominiais, os quais são então conectados ao coletor tronco construído de acordo com padrões de engenharia regulares, localizado em ruas urbanas (OSTROM, 1996).

Devido às suas pequenas dimensões e pequenas profundidades requeridas, são exigidas dimensões reduzidas de valas, cuja escavação, nesse caso, geralmente é manual. Ademais, os componentes do ramal são econômicos, fáceis de adquirir e simples de fazer, no caso das caixas de inspeção (MELO, 2008, p.125). Com relação aos ramais condominiais, Melo (2005,

p.6) acrescenta que, ao contrário do sistema convencional, em que as conexões domiciliares são perpendiculares à rede, no sistema condominial estas conexões são substituídas por ramais condominiais paralelos aos blocos residenciais. Dessa maneira, os ramais condominiais podem ser localizados na parte mais conveniente do bloco (sob calçadas, pátios da frente ou quintais).

Como são geralmente implantados longe do tráfego pesado, os custos de construção da seção do ramal são cerca de um quarto dos projetos convencionais, garantindo sua competitividade (OSTROM, 1996). Apesar disso, ainda existem poucas pesquisas sobre a qualidade dos serviços providos pelo sistema condominial no longo prazo, especialmente ao se tratar da manutenção dada aos ramais quando estes estão sob responsabilidade dos usuários.

Assim, no Quadro 1 consta um quadro-resumo com as principais características e diferenças dos sistemas estudados.



Quadro 1: Tabela comparativa entre os sistemas convencional e condominial de coleta e transporte de esgoto sanitário.

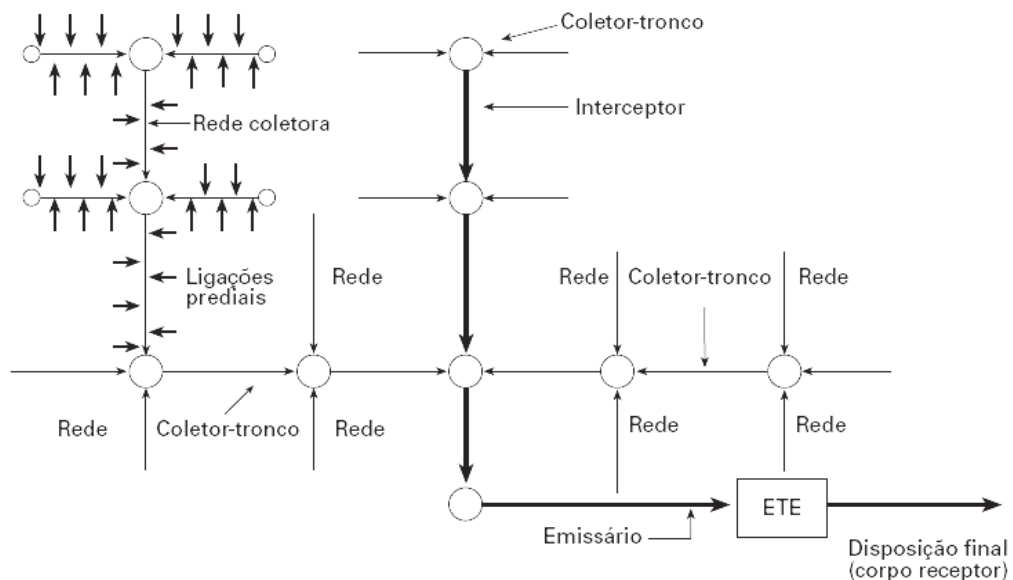
	<b>Sistema Convencional</b>	<b>Sistema Condominial</b>
<b>Gradiente topográfico</b>	Nem sempre acompanha as curvas de nível	Procura sempre acompanhar as curvas de nível
<b>Unidade de fornecimento do serviço</b>	Unidade habitacional	Bloco habitacional ou "condomínio"
<b>Qualidade dos serviços</b>	Controlada pela prestadora de serviços	Não há registros, contudo, pode ocorrer falta de manutenção do sistema por parte de um usuário
<b>Conexões domiciliares</b>	Perpendiculares à rede	Ramais condominiais paralelos aos blocos residenciais
<b>Contribuição de esgoto à rede pública</b>	Contribuições distribuídas uniformemente ao longo de toda a rede	Contribuições na maioria das vezes concentradas em um único ponto de cada bloco habitacional
<b>Processo participativo</b>	Afastamento da população, uma vez que todas as decisões são tomadas pelo projetista	Relação próxima entre provedores de serviços e usuários, uma vez que estes podem participar de todas as etapas do projeto
<b>Adequação à realidade socioambiental da população</b>	Não procura se adequar	Procura se adequar, uma vez que há opção de pagamento de tarifas de serviço menores
<b>Educação ambiental</b>	Não é prevista educação ambiental, pois os bloqueios causados são consertados pela prestadora de serviços	Necessita educação ambiental, uma vez que o uso indevido de um usuário pode causar o bloqueio do sistema vizinho
<b>Traçado da rede coletora</b>	Contorna todas as quadras	Tangencia ou toca cada quadra em apenas um ponto
<b>Organização urbanística</b>	Não se adapta bem à desorganização urbanística	Se adapta à desorganização urbanística
<b>Localização da rede coletora</b>	Sob calçadas ou leito carroçável	Sob calçadas, pátios da frente ou quintais
<b>Tarifa de serviço</b>	Mais caro, uma vez que o usuário só pode optar por pagar a tarifa integral proposta pela prestadora de serviços	Ao escolher posicionar o seu ramal dentro do seu lote, o usuário se responsabiliza pela implantação, operação e manutenção deste e, por isso, é cobrado uma tarifa inferior à prestadora de serviços
<b>Profundidade mínima de assentamento</b>	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
<b>Escavações para assentamento da rede pública</b>	Por contornar todas as quadras e nem sempre seguir as curvas de nível, há maiores chances de ocorrer o aprofundamento demais da rede, exigindo escavações mais profundas	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 demais da rede, exigindo escavações mais rasas

Fonte: da autora.

### 3.6 Rede coletora de esgoto

A coleta do esgoto sanitário se inicia nas edificações, as quais possuem ligações prediais, conectando-as à rede pública. Dependendo do tamanho da cidade e de sua distribuição fluvial, o esgoto lançado nesta rede é então conduzido ao coletor-tronco, que direciona o escoamento ao emissário através de interceptores, sendo assim carreado à estação de tratamento de esgoto e, posteriormente, disposto no corpo d'água receptor. Na Figura 3 pode-se conferir um esquema do sistema de coleta, transporte, tratamento e disposição final do esgoto sanitário.

Figura 3: Esquema de sistema de coleta, transporte, tratamento e disposição final de esgoto sanitário.



Fonte: Nuvolari (2011, p. 62).

Por coletarem o esgoto proveniente das redes públicas, os coletores-tronco são construídos normalmente com tubos de concreto armado, com diâmetros variando de DN 450 a 1200. Os interceptores, por sua vez, são geralmente construídos ao longo de cursos d'água ou de praias, nas cidades litorâneas, e possuem diâmetros variando de DN 1200 a 2000 (NUVOLARE, 2011, p. 63).

Para esse processo de coleta e transporte do esgoto sanitário fluir adequadamente, é necessário que as redes coletoras sejam convenientemente posicionadas e dimensionadas, a fim de atender o máximo de edificações possível. Desse modo, abaixo serão apresentados principais os conceitos e critérios normalmente adotados para a correta utilização destas redes.

### 3.6.1. Definição

A rede coletora é o conjunto de tubulações constituído por ligações prediais, coletores de esgoto, coletores-tronco e seus órgãos acessórios. Sua construção é destinada ao recolhimento de contribuições sanitárias de coletores prediais (domicílios, prédios e economias), promovendo o afastamento do esgoto sanitário coletado para o local de tratamento e descarga final (corpo receptor), a partir de grandes condutos de transporte (interceptores e emissários) (NUVOLARI, 2011).

Os sistemas de coleta e transporte de esgoto sanitário, particularmente aqueles de maior porte e localizados em áreas de temperatura mais altas, apresentam um elevado potencial de formação de compostos, como o sulfeto de hidrogênio ( $H_2S$ ), ou gás sulfídrico, passíveis de gerar fortes odores e corrosão dos condutos de esgotos quando estes são de cimento ou metálicos (aço ou ferro fundido) (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999, p. 223). Além do  $H_2S$  ser tóxico para humanos e animais, a corrosão do concreto induzida por sulfeto causa perda de massa de concreto, rachadura dos tubos de esgoto e, por fim, colapso estrutural.

Apesar da preocupação com o potencial de formação de compostos no transporte de esgoto sanitário, é recorrente o transporte e posterior deposição de sedimentos, pois, além de substâncias orgânicas e minerais dissolvidas, o esgoto sanitário leva também substâncias coloidais e sólidos de maior dimensão, os quais podem formar depósitos nas paredes e no fundo dos condutos (NUVOLARI, 2011, p. 74). Para garantir o arraste de sedimentos e, conseqüentemente, a autolimpeza de redes coletoras de esgoto sanitário, estão vinculadas condições referentes à declividade longitudinal do trecho da rede coletora, bem como à velocidade e tensão trativa do escoamento.

Conhecidos os principais problemas relacionados ao dimensionamento de redes coletoras de esgoto sanitário, é fundamental a otimização de custos de redes coletoras de esgotos, a fim de ampliar os benefícios e garantir o atendimento de uma parcela maior da população. Desse modo, a seguir serão apresentados os procedimentos necessários para o correto desenvolvimento de estudos vinculados à implantação de redes coletoras, para ambos sistemas de coleta e transporte propostos: convencional e condominial do tipo separador absoluto.

### 3.6.2. Parâmetros limites e valores de projeto

O projeto de um sistema de esgotos sanitários depende fundamentalmente dos volumes líquidos que serão recebidos na rede de esgotos ao longo do tempo (AZEVEDO NETTO et al. 1977, p.29). Assim, as dimensões ótimas das obras de esgoto são fixadas após o estudo de numerosas questões como o período de projeto, a população da área de projeto, a contribuição per capita e os coeficientes de retorno esgoto/água e de variação da vazão, abordados a seguir (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999, p.37):

#### 3.6.2.1. Período de projeto

O estabelecimento do período ou alcance do projeto depende da consideração de diversos fatores, como: a vida útil das estruturas e equipamentos; a facilidade ou dificuldade de ampliação das obras; as tendências de crescimento da população, bem como ao desenvolvimento das necessidade comerciais e industriais; as taxas de juros relativos aos empréstimos contraídos; entre outros (FAIR et al., 1954, apud Azevedo Netto et al., 1977, p.30).

De acordo com a Norma Técnica da SABESP, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (NTS 025, de 2006), referente a projetos de redes coletoras de esgotos, a população de projeto deve ser definida para o início de plano e fim de plano com horizonte mínimo de 20 anos. A NBR 9648 (1986, p.4), no entanto, recomenda apenas que no estudo técnico-econômico comparativo das concepções, o alcance do plano deve abranger, pelo menos, os anos cujos valores presentes dos custos sejam significativos.

Azevedo Netto (1998, p.19) afirma que a adoção de longos períodos para o dimensionamento, o custo inicial do projeto aumentaria de forma a inviabilizá-lo. Com períodos curtos, na ordem de 20 anos, considerando a construção em etapas, as consequências nas estimativas errôneas de crescimento populacional, de número de conexões e de vazões podem ser minimizadas e reajustadas sem dificuldades.

#### 3.6.2.2. População da área de projeto

Para a projeção da população, são necessários os dados censitários e a população atual, inferida através das chamadas variáveis sintomáticas (ligações de água, luz, imposto predial) (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999, p. 39). Segundo AZEVEDO NETTO et al. (1977, p. 32),

dois problemas relativos à população de projeto se destacam: a previsão da população e a distribuição da mesma pela área da cidade.

A previsão da população é realizada com o emprego de métodos que utilizam dados conhecidos (atuais e passados) e determinam por extrapolação os valores futuros. Devido à complexidade dos fenômenos relacionados com o crescimento das populações, os valores obtidos nas previsões devem sempre ser considerados como aproximados (AZEVEDO NETTO et al., 1977, p. 32). A projeção da população deve ser feita utilizando a expressão matemática que melhor se ajustar aos dados históricos levantados (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999, p. 39). Dentre os métodos existentes, destacam-se (Quadro 2):

Quadro 2: Métodos de projeção populacional.

Métodos de projeção populacional	Características	Equações
<u>Método aritmético</u>	É admitido que a população varia linearmente com o tempo. Pode ser utilizado para a previsão populacional para um período pequeno, de 1 a 5 anos. Para períodos muito longos, torna-se acentuada a discrepância com a realidade histórica, uma vez que o crescimento é pressuposto ilimitado (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999, p. 41).	$P = P_2 + \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} \cdot (t - t_2) \quad (1)$
<u>Método geométrico</u>	É considerado que o logaritmo da população varia linearmente com o tempo e, portanto, também é considerado que o crescimento da população é ilimitado. Desse modo, este método pode ser utilizado para estimativa da população por um período pequeno, entre 1 a 5 anos (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999, p. 42).	$\ln P = \ln P_2 + \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1} \cdot (t - t_2) \quad (2)$
<u>Método da curva logística</u>	É suposto que o crescimento da população segue uma relação matemática que estabelece uma curva em forma de S, na qual a população tende assintoticamente, em função do tempo, a um valor limite de saturação (BENETTI, 2007, p. 26). Para que este método seja válido, os pontos $P_0$ , $P_1$ e $P_2$ devem ser tais que $P_0 < P_1 < P_2$ e $P_0 \cdot P_2 < P_1^2$ (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999, p. 43).	$P = \frac{K}{1 + e^{a-b \cdot t}} \quad (3)$ $K = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2} \quad (4)$ $a = \frac{1}{0,4343} \cdot \log \frac{K - P_1}{P_0} \quad (5)$ $b = -\frac{1}{0,4343 \cdot d} \cdot \log \frac{P_0 \cdot (K - P_1)}{P_1 \cdot (K - P_0)} \quad (6)$

Fonte: Adaptado de Tsutiya e Sobrinho (1999); Pereira e Silva (2018).

Onde  $P$  é a população prevista para o ano da projeção  $t$  (hab);  $P_0$ ,  $P_1$  e  $P_2$  é a população do antepenúltimo, penúltimo e último censo (anos  $t_0$ ,  $t_1$  e  $t_2$ ), respectivamente (hab);  $t$  é o ano da projeção (ano);  $t_0$ ,  $t_1$  e  $t_2$  é o ano do antepenúltimo, penúltimo e último censo, respectivamente (ano);  $K$  é o valor limite de saturação;  $a$  é um parâmetro tal que representa o ponto de inflexão da curva;  $b$  é um parâmetro que representa a razão de crescimento da população;  $d$  é o intervalo constante entre os anos  $t_0$ ,  $t_1$  e  $t_2$ .

Além do conhecimento da população futura para o projeto de uma rede de esgotos de uma cidade, é necessário saber qual a possível distribuição da população. A intensidade da ocupação de uma área urbana é expressa pela densidade demográfica (AZEVEDO NETTO et al., 1977, p. 34). A densidade atual pode ser estimada através de dados dos setores censitários, de ligações de energia elétrica, de água, ou através de pesquisas em campo. Para estimativas de densidades demográficas futuras, consideram-se os seguintes aspectos: parâmetros da ocupação atual, planos e projetos aprovados e em estudo na Prefeitura Municipal, características da área e existência de infraestrutura (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999, p. 47).

### 3.6.2.3. Contribuição per capita

A contribuição de esgotos depende normalmente do abastecimento de água, havendo, portanto, nítida correlação entre o consumo de água e a contribuição para a rede de esgotos. Assim, a contribuição *per capita* de esgoto é o consumo de água efetivo, ou seja, não incluindo as perdas de água, *per capita* multiplicado pelo coeficiente de retorno, abordado na sequência (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999, p. 48).

### 3.6.2.4. Coeficiente de retorno esgoto/água

O coeficiente de retorno é a relação entre o volume de esgotos recebido na rede coletora e o volume de água efetivamente fornecido à população. Do total de água consumida, somente uma parcela retorna ao esgoto, sendo que o restante é utilizado para lavagem de carros, calçadas e ruas, rega de jardins e hortas, entre outros. Assim, o coeficiente de retorno depende de fatores locais como a localização e tipo de residência, condições de arruamentos das ruas, tipo de clima, entre outros (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999, p. 52).

Inexistindo dados locais comprovados oriundos de pesquisas, a NBR 9649 (1986, p.7) recomenda a utilização de coeficiente de retorno igual a 0,8. Ou seja, 80% da água consumida retorna em forma de esgoto.

### 3.6.2.5. Coeficientes de variação da vazão

Conhecida a população, o consumo de água efetivo per capita e o coeficiente de retorno, pode-se calcular a vazão média de esgoto doméstico. Entretanto, essa vazão não é distribuída uniformemente ao longo dos dias (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999, p. 53). Ainda conforme o autor, para o projeto dos sistemas de esgoto sanitário são importantes os seguintes coeficientes:

- $K_1$  (coeficiente de máxima vazão diária): é a relação entre a maior vazão diária verificada no ano e a vazão média diária anual;
- $K_2$  (coeficiente de máxima vazão horária): é a relação entre a maior vazão observada num dia e a vazão média horária do mesmo dia;
- $K_3$  (coeficiente de mínima vazão horária): é a relação entre a vazão mínima e a vazão média anual.

Inexistindo dados locais comprovados oriundos de pesquisas, a NBR 9649 (1986, p.7) recomenda a utilização de  $K_1 = 1,2$ ;  $K_2 = 1,5$ ; e  $K_3 = 0,5$ . Esses valores são admitidos constantes ao longo do tempo, qualquer que seja a população existente na área.

### 3.6.3. Traçado da rede coletora

Conforme, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB (1977), o traçado depende fundamentalmente do sistema de esgotamento adotado (unitário ou separador); do traçado da rede viária da cidade; da topografia, geologia e hidrologia da área; dos limites legais a observar; e da posição do lançamento e/ou da estação depuradora.

Tsutiya e Sobrinho (1999, p. 15) afirmam que o traçado da rede de esgotos está estreitamente relacionado à topografia da cidade, uma vez que o escoamento se processa segundo o caimento do terreno. Assim, o projetista deve estudar diferentes alternativas de traçado, para reduzir a profundidade da rede coletora e, sempre que possível, evitar a utilização de estações



elevatórias. Para isso, é preciso que o projetista analise a característica do terreno e determine a alternativa de traçado que resulte em menor custo de construção, operação e manutenção da rede coletora (PEREIRA E SILVA, 2018, p.108).

A escolha da posição da rede na via pública depende de fatores como: conhecimento prévio das interferências (galerias de águas pluviais, cabos telefônicos e elétricos, adutoras, redes de água, tubulação de gás); profundidade dos coletores; tráfego; largura da rua; soleira dos prédios etc. (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999, p.18).

### 3.6.4. Dimensionamento hidráulico

No dimensionamento hidráulico de uma rede coletora de esgotos sanitários, deve-se determinar o diâmetro e a declividade longitudinal do conduto que assegurem condições satisfatórias de fluxo e que, conforme Machado Neto e Tsutiya (1985, p.73), envolvam considerações sobre três aspectos principais:

Hidráulico – as tubulações, funcionando como condutos livres, virão a transportar as vazões máximas e mínimas previstas no projeto;

Reações bioquímicas – controle de sulfeto de hidrogênio;

Deposição de materiais sólidos encontrados nos esgotos – ação de autolimpeza.

Para Fernandes (1996, apud Tsutiya e Sobrinho, 1999, p.102) há uma série de fatores contrários ao dimensionamento da rede coletora em regime permanente e uniforme, tais como: aumento da vazão para jusante em virtude dos acréscimos oriundos das ligações prediais, variação de vazão ao longo do dia; presença variável de sólidos; mudança de greide ou de cotas no poço de visitas de jusante.

Desse modo, a seguir serão apresentadas as considerações geralmente utilizadas no dimensionamento hidráulico de redes coletoras de esgoto sanitário.

#### 3.6.4.1. Rugosidade da parede do conduto

Conforme a NBR 9649 (1986), deve-se considerar coeficiente de Manning  $n = 0,013$  para o cálculo da vazão inicial. Ao usar coeficiente diferente do recomendado, torna-se necessário justificar os valores de tensão trativa média e de declividade mínima. A NTS 025 (2006)

também declara que este valor deve ser utilizado no dimensionamento hidráulico, independente do material de que for feito o coletor.

### 3.6.4.2. Lâmina d'água

Os coletores devem ser projetados para funcionar como condutos livres e, conforme a NBR 9649 (1986, p.3), a lâmina d'água deve ser sempre calculada admitindo o escoamento em regime uniforme e permanente, sendo o seu valor máximo para vazão final, igual ou inferior a 75% do diâmetro do coletor. Caso a velocidade final do escoamento venha a resultar em um valor superior ao da velocidade crítica, a maior lâmina admissível deverá ser 50% do diâmetro do coletor (NBR 9649, 1986, p.3).

### 3.6.4.3. Diâmetro

O diâmetro que atende à condição de lâmina d'água máxima menor ou igual a 75% do diâmetro pode ser calculado pela Equação (7), a seguir (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999, p. 103):

$$D = \left( 0,0463 \cdot \frac{Q_f}{\sqrt{I}} \right)^{0,375} \quad (7)$$

Onde D é o diâmetro (m),  $Q_f$  é a vazão final ( $m^3/s$ ) e I é a declividade do trecho (m/m).

A equação anterior foi obtida a partir da fórmula de Manning, considerando  $n = 0,013$  e  $Y/D = 0,75$ .

Após o cálculo do diâmetro pela Equação (7), deve-se empregar aquele previsto nas normas e especificações brasileiras relativas aos diversos materiais, o menor não sendo inferior a DN 100 (NBR 9649, 1986, p.3). Contudo, o diâmetro mínimo pode variar de acordo com as condições locais. No entanto, é comum a adoção de diâmetro mínimo igual a 150 mm por parte de concessionária de saneamento, visto que este diâmetro promove uma redução nas obstruções da rede, quando comparado com tubulações de 100 mm.

Com relação aos ramais condominiais, como as vazões no ramal condominial são pequenas, pois sua área de contribuição é restrita à quadra, se torna possível a utilização de tubulações de diâmetro mínimo em quase todas as situações, ficando as exceções por conta da existência de consumidores especiais na quadra (seja por seus grandes consumos, seja pela natureza

incomum dos efluentes), em que diâmetros maiores que 100 mm podem ser necessários (MELO, 2008, p. 128).

#### **3.6.4.4. Recobrimento**

A NBR 9649 (1986, p.3) determina que o recobrimento das redes coletoras não deve ser inferior a 0,90 m para coletor assentado no leito da via de tráfego, ou a 0,65 m para coletor assentado no passeio. Para casos de recobrimento menor que o mencionado, é necessário apresentar justificativa.

Com relação ao ramal condominial, conforme Melo (2008, p. 127), tem sido frequentemente adotado, sem problemas, o recobrimento mínimo de 30 cm nos ramais internos, por serem naturalmente mais protegidos e, assim, de mais fácil manutenção, e de 60 cm nos ramais situados nos passeios. A profundidade máxima recomendada para os ramais condominiais, por sua vez, sempre que possível não deve ultrapassar 1,00 metro.

Para este trabalho, serão adotados os valores recomendados pela ABNT, sempre que existirem limitações, nesse caso, relacionadas a profundidades e recobrimentos máximos e mínimos.

#### **3.6.4.5. Velocidade mínima e velocidade crítica**

Conforme Machado Neto e Tsutiya (1985, p.79), como a vazão de esgoto é variável com o tempo, a lâmina e a velocidade na tubulação também variam. Se o esgoto escoar com velocidade baixa durante as horas com menor contribuição, materiais sólidos podem ser depositados na tubulação. Portanto, a tubulação deve ser projetada de modo a alcançar uma velocidade mínima de escoamento, suficiente para assegurar a ação de autolimpeza nas horas de maior contribuição. No Brasil, é comum se adotar como limite mínimo de velocidade 0,75 m/s (AZEVEDO NETTO et al., 1977, p.50).

No entanto, ressalta-se que o critério de velocidade mínima de escoamento não é mais vigente no Brasil, visto que a NBR 9649/1986 o substitui pelo critério da tensão trativa, como é descrito no item 3.6.4.8.

Ainda conforme Azevedo Netto et al., nos condutos de esgoto deve-se evitar que a velocidade ultrapasse certos valores máximos a fim de evitar a ação erosiva de partícula sólidas duras que são transportadas pelo esgoto. Contudo, a NBR 9649 (1986, p.3) prescreve que quando a

velocidade final é superior a velocidade crítica, a maior lâmina admissível deve ser 50 % do diâmetro do coletor, assegurando-se a ventilação do trecho.

Assim, a determinação da velocidade crítica pode ser realizada a partir da utilização da Equação (8), conforme indica a NBR 9649 (1986, p.3).

$$v_c = 6 \cdot \sqrt{g \cdot R_H} \quad (8)$$

Onde  $v_c$  é a velocidade crítica (m/s),  $g$  é aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>) e  $R_H$  é o raio hidráulico da seção do conduto para a vazão final ( $Q_f$ ) (m).

#### 3.6.4.6. Vazão

Conforme Tsutiya e Sobrinho (1999, p.61), para a determinação da vazão de esgoto devem ser consideradas a população da área de projeto, contribuição per capita ou por economia, coeficiente de retorno, coeficiente de variação de vazão, águas de infiltração e lançamentos de esgotos industriais na rede coletora.

Assim, a vazão de esgoto sanitário para início e fim de plano são definidas pela Equação (9) e Equação (10), respectivamente.

- Início de plano:

$$Q_i = K_2 \cdot \bar{Q}_{d,i} + Q_{inf,i} + \sum Q_{c,i} \quad (9)$$

- Fim de plano:

$$Q_f = K_1 \cdot K_2 \cdot \bar{Q}_{d,f} + Q_{inf,f} + \sum Q_{c,f} \quad (10)$$

Onde, respectivamente,  $Q_i$  e  $Q_f$  é a 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  $\bar{Q}_{d,f}$  é a vazão média inicial e final de esgoto doméstico (l/s),  $Q_{inf,i}$  e  $Q_{inf,f}$  é a vazão de infiltração inicial e final (l/s) e  $Q_{c,i}$  e  $Q_{c,f}$  é a vazão concentrada ou singular inicial e final (l/s).

Observa-se que na Equação (9) não é aplicado o coeficiente  $K_1$ , pois se busca uma vazão inicial frequente (também chamada de vazão máxima de um dia qualquer), a qual é utilizada na verificação das condições de autolimpeza da canalização (NUVOLARI, 2011, p.74).

A vazão doméstica de esgoto sanitário é a parcela vinculada à população servida, cuja contribuição média é anual (NUVOLARI, 2011, p.73). A vazão média inicial e final de esgoto doméstico é definida, respectivamente, pelas Equação (11) e Equação (12) (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999, p.68):

$$\bar{Q}_{d,i} = \frac{C \cdot a_i \cdot d_i \cdot q_i}{86400} = \frac{C \cdot P_i \cdot q_i}{86400} \quad (11)$$

$$\bar{Q}_{d,f} = \frac{C \cdot a_f \cdot d_f \cdot q_f}{86400} = \frac{C \cdot P_f \cdot q_f}{86400} \quad (12)$$

Onde, respectivamente,  $\bar{Q}_{d,i}$  e  $\bar{Q}_{d,f}$  é a vazão média inicial e final de esgoto doméstico (l/s),  $C$  é o coeficiente de retorno,  $P_i$  e  $P_f$  é a população inicial e final (hab),  $a_i$  e  $a_f$  é a área esgotada inicial e final (ha),  $d_i$  e  $d_f$  é a densidade populacional inicial e final e  $q_i$  e  $q_f$  é o consumo de água efetivo *per capita* inicial e final (l/hab.dia).

A vazão concentrada é oriunda de áreas cujas contribuições são significativamente maiores que as resultantes da simples aplicação da taxa de contribuição por área esgotada. Esta se refere às áreas ocupadas por hospitais, educandários, quartéis, indústrias, entre outros (NUVOLARI, 2011, p.73).

Inexistindo dados pesquisados e comprovados, com validade estatística, a NBR 9649 (1986, p.3) recomenda a utilização de vazão 1,5 l/s como o menor valor em qualquer trecho. Conforme Tsutiya e Sobrinho (1999, p.102), esta vazão corresponde ao pico instantâneo de vazão decorrente da descarga de vaso sanitário.

Para o sistema condominial, as vazões totais de projeto não diferem na sua essência para um convencional equivalente. Fundamentalmente, dependem da população e consumo e da infiltração na rede. Contudo, o sistema convencional assume que os prédios se ligam diretamente à rede coletora e, com isso, as contribuições de esgoto tendem a se distribuir de maneira relativamente uniforme ao longo de toda a rede. Desse modo, a forma como as

vazões alimentam a rede convencional fica bem representada através do cálculo de vazões baseado na aplicação de taxas lineares de contribuição nos coletores (MELO, 2008, p. 88).

No sistema condominial, por sua vez, os prédios são conectados ao coletor público indiretamente, por meio dos ramais condominiais, os quais coletam e levam os esgotos da quadra até a rede básica por meio de caixas de inspeção. Por isso, a forma como as contribuições alimentam a rede básica é melhor representada por um modelo baseado em contribuições pontuais. Contudo, qualquer que seja o modelo adotado, sejam contribuições pontuais ou lineares, os resultados do cálculo de vazões tendem a ser bastante aproximados (MELO, 2008, p. 88).

### 3.6.4.7. Contribuição de Esgoto

No sistema convencional, para os casos em que há apenas uma rede coletora de esgotos na via pública, a taxa de contribuição linear para redes simples pode ser calculada por unidade de comprimento ou linear, ou por unidade de área. A primeira, a qual será utilizada neste trabalho, é apresentada a seguir nas Equações (13) e (14) (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999, p.72).

- Início de plano:

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

- Fim de plano:

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

Onde, respectivamente,  $T_{x,i}$  e  $T_{x,f}$  é a taxa de contribuição linear inicial e final (l/s.m),  $K_1$  é o coeficiente de máxima vazão diária,  $K_2$  é o coeficiente de máxima vazão horária,  $\overline{Q_{d,i}}$  e  $\overline{Q_{d,f}}$  é a vazão média inicial e final de esgoto doméstico (l/s),  $L_i$  e  $L_f$  é o comprimento da rede de esgotos inicial e final (m) e  $T_{inf}$  é a taxa de contribuição de infiltração (l/s.m).

Inexistindo dados locais comprovados oriundos de pesquisas, a NBR 9649 (1986, p.7) recomenda a utilização de 0,05 a 1,0 l/s.km para a taxa de contribuição de infiltração. Esta

taxa depende de condições locais como: nível da água do lençol freático, natureza do subsolo, qualidade da execução da rede, material da tubulação e tipo de junta utilizado.

Na determinação da vazão do trecho é considerado que exista contribuição de esgoto em cada metro da rede coletora (PEREIRA E SILVA, 2018, p.139). Desse modo, utilizam-se as Equações (15) e (16) para o cálculo da vazão do trecho no início e no final de plano, respectivamente.

- Início de plano:

$$Q_{t,i} = Tx_i \cdot L_t \quad (15)$$

- Fim de plano:

$$Q_{t,f} = Tx_f \cdot L_t \quad (16)$$

Onde, respectivamente,  $Q_{t,i}$  e  $Q_{t,f}$  é a vazão do trecho no início e fim de plano (l/s),  $Tx_i$  e  $Tx_f$  é a taxa de contribuição linear de início e fim de plano (l/s.m),  $L_t$  é o comprimento do trecho (m).

Para o sistema condominial, as contribuições de esgoto são mais bem percebidas quando expressas em equivalentes da vazão produzida por uma economia de consumo de referência. Nas áreas residenciais, essa economia de referência deve ser preferencialmente o domicílio, representando a contribuição de uma família típica da área em estudo. Esta pode ser estimada por meio da Equação (17) (MELO, 2008, p. 89).

$$Q_r = \frac{q \cdot p \cdot C \cdot K_1 \cdot K_2}{86400} \quad (17)$$

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 e  $K_2$  é o coeficiente de máxima vazão horária.

### 3.6.4.8. Tensão Trativa

Devido ao efeito da gravidade, as partículas de materiais sólidos com densidade maior que a da água tenderão a se depositar nas tubulações de esgoto, normalmente nas horas de menor contribuição. A fim de promover a autolimpeza em coletores de esgoto, foram realizadas diversas pesquisas para a definição de valores ótimos de tensão trativa, a qual é definida como uma tensão mínima necessária para o início do movimento das partículas depositadas nas tubulações de esgoto. Sendo assim, a maioria das pesquisas realizadas chegaram a valores entre 1,0 e 2,0 Pa, os quais foram posteriormente recomendados em normas de dimensionamento hidráulico (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999, p.89).

Sendo assim, a NBR 9649 (1986, p.3) passou a recomendar a verificação de cada trecho de tubulação de esgoto pelo critério de tensão trativa média de valor mínimo igual ou superior a 1,0 Pa. Conforme Tsutiya e Sobrinho (1999, p.88), a tensão trativa calculada pela equação acima representa um valor médio da tensão ao longo do perímetro molhado da seção transversal considerada pode ser calculada através da Equação (18) a seguir.

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

Onde  $\sigma$  é a tensão trativa média (Pa),  $\gamma$  é o peso específico do líquido ( $10^4$  N/m<sup>3</sup> para o esgoto),  $R_H$  é o raio hidráulico da seção do conduto (m) e  $I$  é a declividade da tubulação (m/m).

### 3.6.4.9. Declividade mínima e máxima

Segundo Nuvolari (2011, p.75), a determinação da declividade está vinculada a dois conceitos: a autolimpeza ou arraste de sedimentos e a economicidade do investimento. A primeira, motivada pelo emprego de um valor mínimo de declividade, assim como a velocidade mínima e a tensão trativa, deve ser tal que garanta o descolamento e o transporte dos sedimentos usualmente encontrados no fluxo do esgoto. Já a segunda, propiciada pela adoção de um valor máximo ou, ainda, de um valor econômico de declividade, deve evitar o aprofundamento desnecessário dos coletores.

Assim, a NBR 9649 (1986, p.3) define que a declividade de cada trecho da rede coletora não deve ser inferior à declividade mínima admissível ( $I_{0 \text{ min}}$ ), calculada pela Equação (19). Esta equação leva em consideração a vazão inicial ( $Q_i$ ), a qual deve ser calculada para coeficiente



de Manning  $n=0,013$ . Para coeficiente de Manning diferente de 0,013, os valores de tensão trativa média e declividade mínima devem ser justificados.

$$I_{0\text{ mín}} = 0,0055 \cdot Q_i^{-0,47} \quad (19)$$

Onde  $I_{0\text{ mín}}$  é a declividade mínima admissível (m/m) e  $Q_i$  é a vazão inicial (l/s).

Ainda, a NBR supracitada também define que a máxima declividade admissível é aquela para a qual se tenha velocidade final ( $v_f$ ) igual a 5 m/s. A fim de simplificar a determinação da declividade máximas, Tsutiya e Sobrinho (1999, p. 103) fixaram a velocidade em 5,0 m/s e coeficiente de Manning em  $n = 0,013$ , obtendo a expressão aproximada representada na Equação (20):

$$I_{\text{máx}} = 4,65 \cdot Q_f^{-0,67} \quad (20)$$

Onde  $I_{\text{máx}}$  é a declividade máxima admissível (m/m) e  $Q_f$  é a vazão final (l/s).

Com relação aos ramais condominiais, as declividades de projeto, assim como no sistema convencional, sempre que possível, devem acompanhar a declividade natural do terreno e evoluírem a partir dos mínimos que assegurem as condições para a autolimpeza do coletor (MELO, 2008, p. 128).

#### **3.6.4.10. Materiais**

Os materiais mais utilizados em sistemas de coleta e transporte de esgoto tem sido o tubo cerâmico, concreto, plástico, ferro fundido e o aço. Para linhas de recalque, normalmente são utilizados os tubos de ferro fundido ou tubos de aço (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999, p.112).

Os tubos empregados na construção dos ramais condominiais no Brasil são de plástico ou de cerâmica. Os de plástico, pela facilidade e rapidez de instalação, estanqueidade e outras características, são os mais usados. Devem ser adotados tubos de PVC ou PEAD de linhas para esgoto público, tubos para esgoto predial de linha reforçada ou tubos brancos “classe A”, a fim de garantir a qualidade do material utilizado (MELO, 2008, p. 128).

### 3.6.5. Órgãos acessórios na rede coletora

Os órgãos acessórios são dispositivos fixos desprovidos de equipamentos mecânicos, que são construídos em pontos singulares da rede coletora, com a finalidade de permitir a inspeção e desobstrução das canalizações, além de facilitar a manutenção da pressão atmosférica nos tubos, garantindo o escoamento livre. A NBR 9649 (1986, p. 3) indica que a distância entre um poço de visita, um terminal de inspeção e limpeza ou um terminal de limpeza consecutivos deve ser limitada pelo alcance dos equipamentos de desobstrução. Assim, para facilitar a desobstrução, é usual a limitação dos comprimentos dos trechos com a construção de PVs intermediários (máximo de 100 metros, por exemplo) (NUVOLARI, 2011, p.66).

Os principais órgãos acessórios utilizados na rede coletora são:

- Poço de Visita (PV): Dispositivo mais empregado até alguns anos atrás, o PV é constituído por uma construção composta de chaminé de acesso na parte superior e uma parte mais ampla chamada balão. O esgoto corre na parte inferior, em canaletas que orientam os fluxos conforme a conveniência (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999, p.14). A NBR 9649 (1986, p. 3) sugere que devem ser construídos poços de visita (PV) em todos os pontos singulares da rede coletora, sendo obrigatoriamente usado nos seguintes casos:
  - a) na reunião de mais de dois trechos ao coletor;
  - b) na reunião que exige colocação de tubo de queda;
  - c) nas extremidades de sifões invertidos e passagens forçadas;
  - d) sempre quando a profundidade for maior ou igual a 3,00 m.
- Terminal de Limpeza (TL): Este é o dispositivo que pode ser utilizado em substituição ao PV no início de coletores (NBR 9649, 1986). Trata-se de um dispositivo que não permite visita de inspeção, mas permite a introdução de equipamentos de desobstrução e limpeza (NUVOLARI, 2011, p.67).
- Tubo de Inspeção e Limpeza (TIL): Trata-se de um dispositivo não visitável, que permite a inspeção visual e a introdução de equipamentos de desobstrução e limpeza

(NUVOLARI, 2011, p.67). Este pode ser usado em substituição ao PV nos seguintes casos (NBR 9649, 1986):

- a) na reunião de até dois trechos ao coletor (três entradas e uma saída);
  - b) nos pontos com degrau de altura inferior a 0,50 m;
  - c) a jusante de ligações prediais cujas contribuições podem acarretar problema de manutenção.
  - d) nas outras singularidades descritas anteriormente, até uma profundidade máxima de 3,0 m.
- Caixa de Passagem (CP): A NBR 9649 (1986, p. 3) esclarece que, garantidas as condições de acesso de equipamento para limpeza do trecho a jusante, pode ser usada uma CP em substituição ao PV, nas mudanças de direção, declividade, material e diâmetro, quando possível a supressão de degrau. Além disso, as posições das CP's e das conexões utilizadas devem ser obrigatoriamente cadastradas.
  - Caixas de Inspeção (CI): são os elementos que garantem a conexão dos esgotos de cada usuário ao ramal condominial. Estas são caixas destinadas a permitir a inspeção, limpeza, desobstrução, junção, mudanças de declividade e/ou direção das tubulações (NBR 8160, 1999, p. 2). Nos sistemas convencionais, estas são geralmente empregadas entre a ligação domiciliar e a rede coletora.

As caixas de inspeção mais empregadas são de concreto, de alvenaria ou de plástico. Além disso, a distância máxima entre elas deve ser compatível com a natureza do operador e dos equipamentos e técnicas de manutenção disponíveis em cada caso. Nos ramais internos, instala-se uma caixa em cada lote com espaçamento de até 20 m. No entanto, nos ramais de passeio, se adota espaçamento de 50 m ou mais, se o operador for o prestador de serviços, e espaçamento de até 20 m, se for o condomínio (MELO, 2008, p.128).

### 3.6.6. Custos atribuídos à construção das redes coletoras

Os recursos financeiros alocados pelos órgãos públicos para investimentos em programas de saneamento básico são limitados, o que torna necessário buscar o máximo aproveitamento do capital investido. Uma rede de esgotos, além de ser parte vital do sistema de esgotamento sanitário, representa o maior custo de investimento do conjunto de obras de engenharia, havendo assim, a necessidade de se buscar o máximo aproveitamento do capital investido. A otimização de custos de redes coletoras de esgotos é uma das maneiras de ampliar os benefícios e garantir o atendimento de uma parcela maior da população (GAMEIRO, 2003, p.2).

Desse modo, para a composição do orçamento em obras de construção civil pública, a Caixa Econômica Federal, disponibiliza através do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índice da Construção Civil (SINAPI), com objetivo de produzir séries mensais de custos e índices para o setor habitacional, e séries mensais de salários medianos de mão de obra e preços medianos de materiais, máquinas e equipamentos e serviços da construção para os setores de saneamento básico, infraestrutura e habitação, com abrangência nacional (FERREIRA, 2013).

Regulamentado em junho de 2016 pela Lei nº 13.303, o SINAPI foi constatado como orçamento de referência do custo global de obras e serviços de engenharia. Desse modo, no caso de construção civil em geral ou de obras e serviços rodoviários, os custos de construção do empreendimento em questão deverão ser obtidos a partir de custos unitários de insumos ou serviços menores ou iguais à mediana de seus correspondentes SINAPI.

Os principais resultados do SINAPI são emitidos em relatórios, e se constituem pelo preço de materiais de construção em geral, pelos salários das principais categorias profissionais que atuam na construção civil, pelos custos de projetos residenciais e comerciais de acordo com sua tipologia. Estes são divulgados mensalmente tanto no site do IBGE quanto da CAIXA, apresentando os relatórios de preços de materiais, de salários, de custos de projetos, custos médios e índices. A CAIXA disponibiliza relatórios de insumos e de composição de serviços com desoneração e sem desoneração relativo ao referente mês. Compete ao usuário a utilização do relatório adequado para cada caso (HERMANN, 2015, p.46).

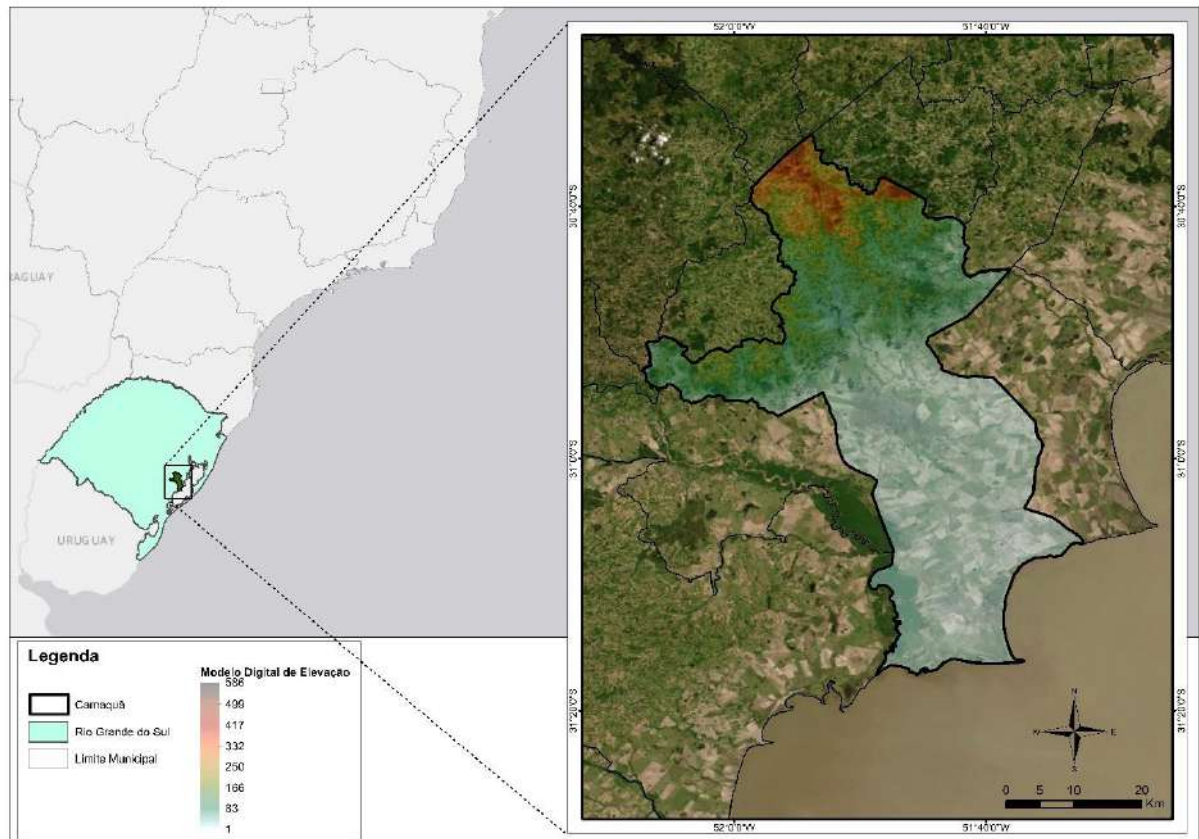
## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

De maneira geral, a metodologia adotada para este trabalho consiste, inicialmente, na determinação das regiões a serem analisadas, bem como de suas respectivas projeções populacionais. Em seguida, o traçado das redes coletoras é determinado levando em consideração o gradiente topográfico do local. Após, será realizado o dimensionamento para ambos sistemas e, por fim, serão estimados os custos de suas implementações. Esta metodologia será aplicada igualmente para os dois cenários analisados de forma a determinar o melhor sistema de coleta e transporte de esgoto sanitário a ser adotado para cada situação.

### **4.1 Descrição das áreas de estudo**

O município que engloba as áreas de estudo escolhidas para análise neste trabalho é Camaquã, conforme apresentado na Figura 4. Localizado no Rio Grande do Sul, o município de Camaquã está distante 127 km de Porto Alegre e possui 1.680,17 km<sup>2</sup> de área territorial (IBGE, 2019). Conforme dados do último censo (2010) do IBGE, este conta com 62.764 pessoas e densidade demográfica de 37,37 habitantes por km<sup>2</sup>.

Figura 4: Mapa de localização.



Fonte: da autora.

A fim de analisar cenários com situações antagônicas para critérios de topografia e, conseqüentemente, de declividade, foram escolhidas duas regiões diversas. Assim, o Cenário 1 corresponderá à região com alto gradiente topográfico, enquanto o Cenário 2 corresponderá à região com baixo gradiente topográfico. A escolha das regiões a serem analisadas limitou-se, além da diferença de topografia, ao número de quadras abrangidas, em que se procurou adotar o mesmo valor para ambos casos.

Assim, o Cenário 1 é limitado à esquerda pela rua Capitão Jango Castro, à direita pela rua Júlio de Castilhos, acima pela rua Sergipe, e abaixo pela rua Coronel Pedroso, conforme apresentado na Figura 5. Esta região compreende uma variação topográfica de, aproximadamente, 40 metros e possui cerca de 0,26 km<sup>2</sup> de área.

O Cenário 2, por sua vez, é limitado à esquerda pela av. Marcílio Dias Longaray, à direita pela av. Ernani Oliveira Silveira, acima pela av. José de Souza Castro, e abaixo pela rua José da Silva Azambuja, conforme apresentado na Figura 6. Esta região compreende uma variação topográfica de, aproximadamente, dois metros e possui cerca de 0,27 km<sup>2</sup> de área.

Figura 5: Localização do Cenário 1.



(Fonte: da autora).

Estudo comparativo entre os sistemas condominial e convencional do tipo separador absoluto de coleta de esgoto sanitário.

Figura 6: Localização do Cenário 2.



Fonte: da autora.



A partir de uma consulta realizada no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil, foi constatada a existência de quatro poços dentro do limite do município, sendo apenas um próximo das áreas de estudo. Este poço está localizado nas coordenadas 30°50'42" S e 51°48'21" O, na bacia hidrográfica do Atlântico Sul-Sudeste. Um teste de bombeamento realizado no momento da perfuração do poço constatou que o nível estático do lençol freático se encontra a doze metros de profundidade, descartando a necessidade de drenagem e rebaixamento do lençol freático na fase de implantação das redes coletoras, ramais e coletores.

## 4.2 Estudo demográfico

Para a obtenção de dados populacionais passados, foi utilizado o Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil, realizado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) e Fundação João Pinheiro (FJP). A partir deste, foi possível obter a população referente aos anos de 1991, 2000 e 2010, como é apresentado na Tabela 1. Ainda, a partir da página do IBGE, foi possível obter a estimativa do número de habitantes esperado para o ano de 2019, com data de referência em 1º de julho, para o ano calendário corrente, a qual será utilizada como forma de auxílio na determinação do método de projeção populacional a ser utilizado neste trabalho.

Tabela 1: População referente aos anos 1991, 2000, 2010 e 2019.

	Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil			Estimativa do IBGE
	1991	2000	2010	2019
População total (hab)	54.223	60.383	62.764	66.261

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil e IBGE.

A estimativa da população futura possui como característica a aproximação de valores, pois sempre são utilizados métodos de extrapolação para seu cálculo. Assim, é necessária a análise de informações referentes ao desenvolvimento demográfico do passado próximo, bem como da experiência profissional do projetista.

Assim, foram realizados estudos demográficos utilizando três métodos de projeção populacional: método aritmético, método geométrico e método do crescimento logístico. A partir destes foi selecionado aquele que mais se aproximou da estimativa fornecida pelo IBGE e que, portanto, melhor representou o crescimento populacional do município de Camaquã.

Para a determinação da população futura, ou de final de plano, foi necessário definir o período de alcance de projeto. Conforme recomendado pela bibliografia, o período de projeto utilizado foi de 20 anos, período mais comumente adotado.

Após a projeção populacional do município, o valor foi limitado às áreas correspondentes aos cenários analisados. Para isso, foi estimado o número de ligações de cada quadra, para ambos cenários, a partir de imagens de satélite obtidas pelo *Google Earth Pro*. A fim de determinar o número de economias, foi feita a consideração de que os edifícios constatados teriam no máximo quatro apartamentos por andar e que estariam limitados a apenas três andares. Devido à utilização apenas de imagens de satélite para a determinação do número de ligações e de economias, deve-se admitir tais valores como uma aproximação do número real destes parâmetros.

Em seguida, foi consultada a Tabela 4.23.5.1 do Censo Demográfico de 2010, do IBGE, referente aos domicílios particulares permanentes, moradores em domicílios particulares permanentes e média de moradores em domicílios particulares permanentes, por situação do domicílio, para a determinação do número médio de moradores em domicílios particulares permanentes na área urbana de Camaquã. Assim, através da multiplicação do número de habitantes por economia pelo número total de economias estimado, foi obtida a população inicial de cada cenário, definida como sendo para o ano de 2020. A população final, para o ano de 2040, foi então obtida através da multiplicação da população inicial encontrada pela taxa de crescimento da população entre os anos 2020 e 2040.

### **4.3 Determinação do traçado da rede coletora**

No projeto é necessário desenvolver o traçado característico à condição topográfica da área, para diminuir as profundidades dos coletores e, conseqüentemente, reduzir os recursos que serão investidos na construção da rede coletora de esgoto, bem como de outras unidades do sistema de esgotamento sanitário (PEREIRA E SILVA, 2018, p. 110).

Sendo assim, objetivando-se o funcionamento dos coletores por gravidade, a declividade natural do terreno foi tomada como fundamentação para o traçado da rede e determinação do sentido do fluxo do escoamento.

No sistema condominial, a rede coletora passará nos pontos cujas cotas possuem o menor valor, sempre atentando-se para que o recobrimento mínimo recomendado pela NBR 9649/1986 seja respeitado.

#### **4.4 Dimensionamento da rede coletora**

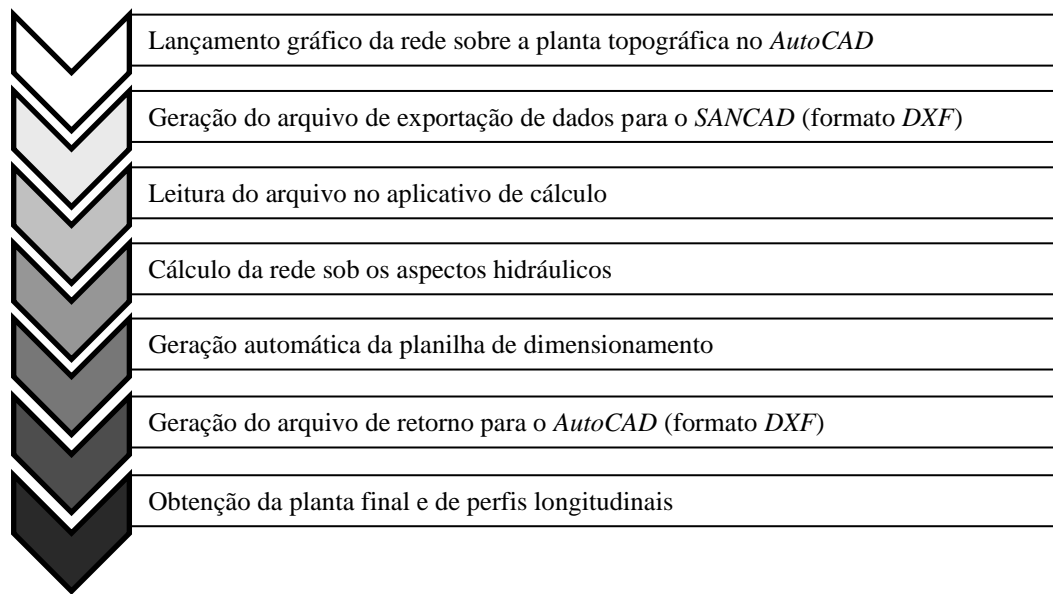
Para o dimensionamento da rede coletora de esgoto de ambos sistemas, bem como dos ramais condominiais, foi utilizado o software *SANCAD*, produzido pela *Sanegraph – Sistemas de Informática e Saneamento*. Para o dimensionamento dos coletores prediais, no entanto, utilizou-se o software *Excel*. A seguir encontram-se maiores detalhes da metodologia utilizada.

##### **4.4.1. Software *SANCAD* – *Sanegraph***

O software *SANCAD*, produzido pela *Sanegraph*, foi desenvolvido para a utilização conjunta com o software gráfico *AutoCAD* e atende as normas brasileiras NBR 9649 (1986) e NBR 14.486 (2000), que adotam o critério da tensão trativa para dimensionamento das tubulações.

De maneira geral, a metodologia utilizada no dimensionamento de redes coletoras utilizando este software pode ser simplificada pelo fluxograma apresentado na Figura 7. Maiores detalhes da metodologia utilizada neste trabalho serão abordados na sequência.

Figura 7: Metodologia empregada na utilização do software *SANCAD*.



Fonte: Adaptado de *Sanegraph* (2019).

#### 4.4.2. Etapas do dimensionamento

A utilização deste software consiste no lançamento gráfico da rede coletora sobre a planta topográfica no *AutoCAD* a partir de uma interface do *SANCAD* previamente instalada. Para que isso seja possível, é necessário inserir informações como o comprimento máximo desejado para um trecho, bem como as cotas de terreno de montante e jusante do mesmo. Em seguida, são lançados os órgãos acessórios da rede e numerados os coletores. Estes passos são imprescindíveis para a geração do arquivo de exportação de dados para o *SANCAD*, em formato *DXF*, e posterior leitura do arquivo no aplicativo de cálculo.

Dentro do módulo de cálculo do *SANCAD*, o arquivo *DXF* é importado e os dados hidráulicos gerais devem ser inseridos, conforme interface apresentada na Figura 8. Dessa forma, inicialmente, é necessário informar ao software informações como: população inicial (hab), população de saturação (hab), per capita inicial e final (l/hab.dia), recobrimento mínimo (m), coeficientes K1 e K2, material da tubulação, infiltração inicial e final (l/s.m), diâmetro mínimo (mm), coeficiente de retorno (%) e taxa de contribuição linear inicial e final (l/s.m).

Figura 8: Inserção dos dados hidráulicos gerais no *SANCAD*.

The screenshot shows the 'DADOS HIDRÁULICOS GERAIS' (General Hydraulic Data) window in the SANCAD software. The city is 'CAMAQUÃ' and the basin is 'CONV - C1'. The data entered includes:

- Pop. Inicial (habitantes): 1354
- Pop. Saturação (habitantes): 0
- Per-capita Ini (l/hab.dia): 130.80
- Rec. Mínimo (ruas) (metros): 0.900
- Rec. Mínimo (calçadas) (metros): 0.650
- Per-capita Fim (l/hab.dia): 130.80
- Coef. K1: 1.20
- Coef. K2: 1.50
- Material: PVC
- Infiltração (início - l/s.m): 0.000500
- Infiltração (final - l/s.m): 0.000500
- Diâmetro mínimo de cálculo (mm): 100
- Taxa Inicial (l/s.m) (so popul): 0.00040
- Taxa Inicial - l/s.m: 0.00040
- Coef. Retorno (% - de 70 a 90): 80
- Taxa Final (l/s.m) (so popul): 0.00060
- Taxa Final - l/s.m: 0.00060
- Comp. Total (metros): 5493.00
- Comp. Virtual (metros): 5493.00

Fonte: Adaptado de *SANCAD* (2019)

Assim, os dados hidráulicos gerais introduzidos no *SANCAD* e utilizados para ambos sistemas de esgotamento sanitário analisados neste trabalho podem ser visualizados na Tabela 2, abaixo. Tais valores estão em conformidade com a NBR 9649/1986.

Tabela 2: Dados hidráulicos gerais.

<b>Per capita (l/hab.dia)</b>	130,80
<b>Recobrimento mínimo (m)</b>	
Ruas	0,90
Calçadas	0,65
Dentro do lote	0,30
<b>K1 - coeficiente de máxima vazão diária</b>	1,20
<b>K2 - coeficiente de máxima vazão horária</b>	1,50
<b>Coeficiente de retorno (%)</b>	80
<b>Taxa de infiltração (l/s.m)</b>	0,0005
<b>Diâmetro mínimo (mm)</b>	100
<b>Material</b>	PVC

Fonte: Elaborada pela autora com base na NBR 9649/1986, Melo (2008) e SNIS.

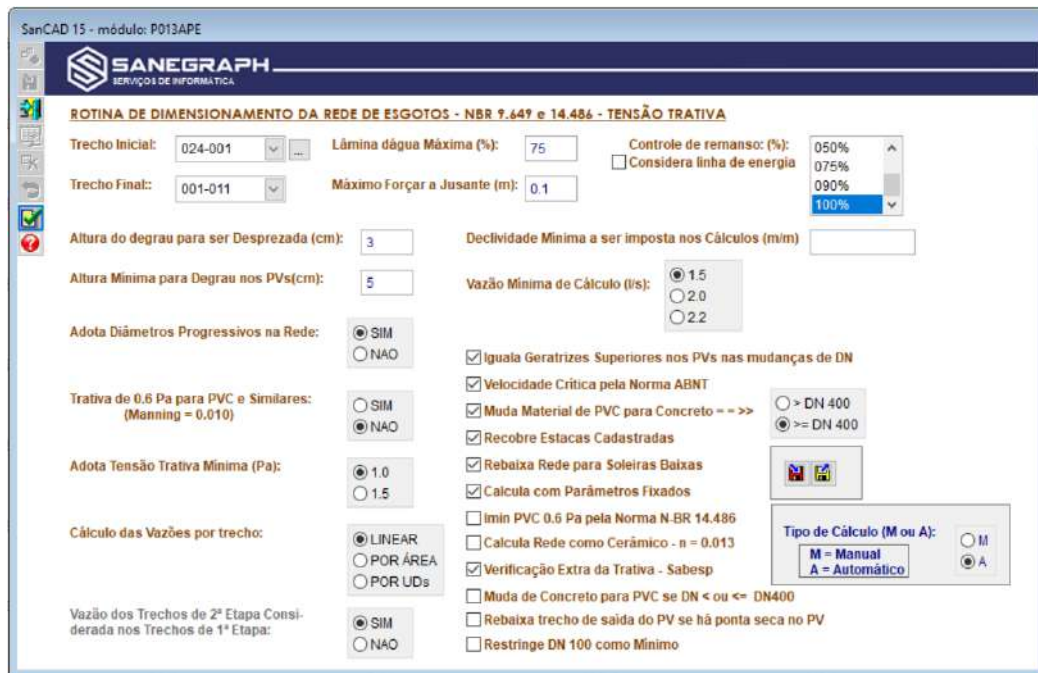
O coeficiente per capita foi definido através de consulta no SNIS, o qual é representado pelo indicador operacional referente ao consumo médio per capita de água (IN022\_AE). Assim, para o município de Camaquã, o valor médio encontrado foi de 130,80 l/hab.dia.

Salienta-se que, apesar da taxa de infiltração adotada ser o valor indicado pela NBR 9649 (1986, pg. 7) para situações com inexistência de dados locais comprovados, muito dificilmente os sistemas de esgotamento sanitário possuem essa taxa ao longo de toda sua extensão. Isto porque a medida em que os demais terrenos vão sendo ocupados, o comprimento dos sub-ramais e ramais prediais crescem, podendo estes elementos agregarem uma extensão que pode ser maior que o comprimento da rede coletora. Ainda, em locais cujo nível do lençol freático é elevado e os solos são permeáveis, como é o caso do litoral gaúcho, estes sub-ramais e ramais agregam uma vazão de infiltração significativa, tornando a taxa de infiltração superior ao valor indicado pela NBR supracitada.

Dentre outras opções, o *SANCAD* ainda permite inserir vazões concentradas e alterar o recobrimento mínimo para cada trecho lançado. Tais funções serão abordadas neste trabalho no item referente ao dimensionamento da rede coletora para o sistema condominial.

Após a inserção dos dados hidráulicos gerais, é possível ajustar parâmetros que serão considerados na rotina de dimensionamento do software. Entre eles, é possível alterar informações referentes à lâmina d'água, altura mínima para definição de degrau nos PVs, tensão trativa, controle de remanso, entre outros. As opções foram selecionadas de forma a respeitarem a NBR 9649/1986 e a NBR 14486/2000. Ao inserir corretamente as informações desejadas, o software realiza os cálculos necessários para o dimensionamento da rede de esgotos. A interface desta etapa é apresentada na Figura 9.

Figura 9: Ajuste de parâmetros da rotina de dimensionamento da rede de esgotos.



Fonte: Adaptado de SANCAD (2019)

Por fim, é possível visualizar as planilhas de dados iniciais e finais, bem como exportá-las para o *Excel*. Nas planilhas geradas constam: o código do coletor; código dos poços de visita; comprimento do trecho (m); cotas de terreno e do coletor (m); profundidade (m), diâmetro (mm) e declividade da tubulação (m/m) no trecho; vazão (l/s) concentrada e real no trecho; velocidade de escoamento (m/s); tensão trativa (Pa); e lâmina d'água.

Quando o dimensionamento for satisfatório para o usuário, é possível exportar os resultados no formato *DXF* para posterior visualização no *AutoCAD*. O *SANCAD* ainda permite a exportação de perfis longitudinais das redes dimensionadas, também no formato *DXF*.

#### 4.4.2.1. Sistema convencional

Com o traçado da rede de esgotos determinado e coerente com a variação topográfica dos cenários analisados, foi possível iniciar o dimensionamento. Assim, os parâmetros descritos anteriormente e dispostos na Tabela 2 foram utilizados para compor a rotina de dimensionamento do software.

Neste sistema, tornou-se necessário introduzir valores referentes à taxa de contribuição linear da população para início e fim de plano. Essa taxa varia conforme o comprimento total da rede projetada, o qual foi determinado pelo *SANCAD* após a importação do arquivo *DXF*, e a

Estudo comparativo entre os sistemas condominial e convencional do tipo separador absoluto de coleta de esgoto sanitário.

vazão doméstica, a qual está diretamente relacionada com a população inicial e final de cada um dos cenários. Conforme mencionado anteriormente, este dado foi determinado a partir do número de habitantes por economia, do número total de economias do cenário em questão, bem como da taxa de crescimento, calculada por meio de projeção populacional.

#### **4.4.2.2. Sistema condominial**

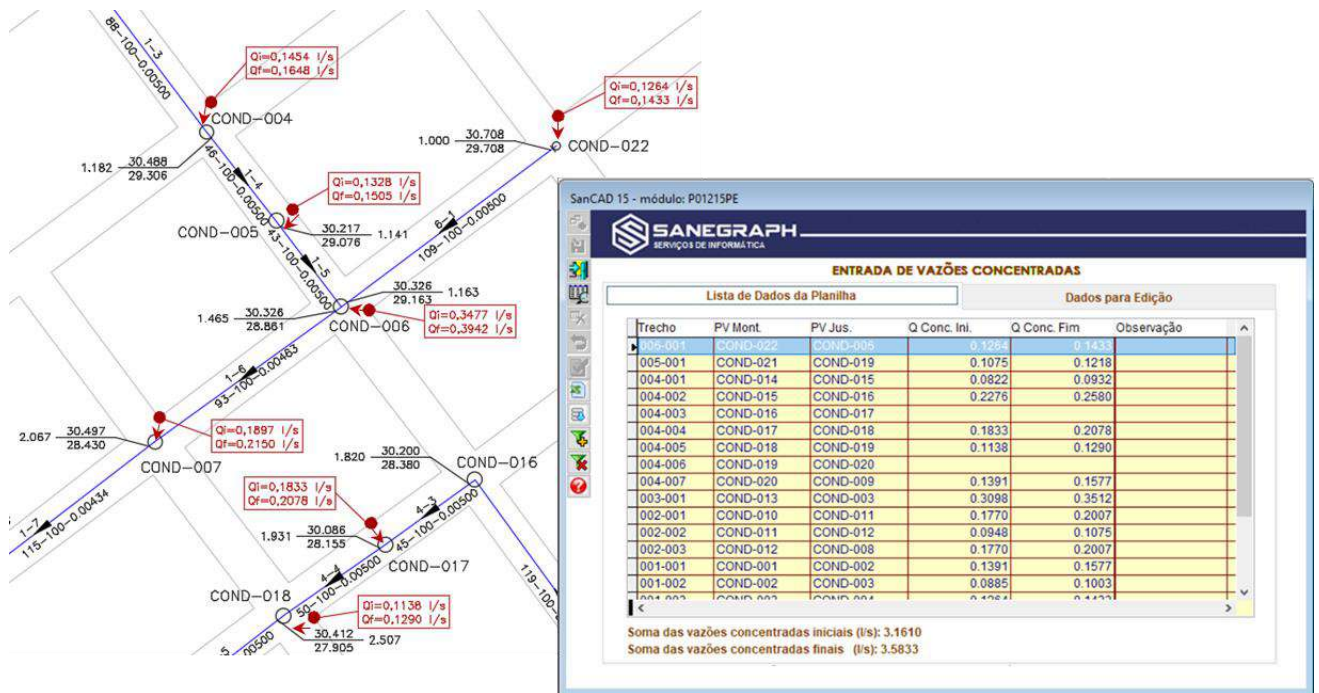
O sistema condominial de coleta e transporte de esgoto sanitário ainda não possui normas específicas para seu dimensionamento. Desse modo, serão adotados os parâmetros e valores limites estabelecido pelas Normas Brasileiras já referenciadas, as quais amparam o dimensionamento do sistema convencional. Desse modo, o dimensionamento da rede coletora para o sistema condominial segue a mesma lógica do sistema convencional.

A fim de utilizar o *SANCAD* para o dimensionamento da rede coletora pública, foram inseridos os mesmos dados hidráulicos gerais apresentados anteriormente (Tabela 2). Entretanto, ao contrário do sistema convencional, a taxa de contribuição linear atribuída aos cenários foi nula, visto que a contribuição de esgoto das quadras na rede pública é pontual para esse sistema e se concentra no ponto mais baixo do terreno.

Para estimar a contribuição pontual de esgoto de cada quadra, Melo (2008) afirma que estas devem ser expressas em equivalentes da vazão produzida por uma economia de consumo de referência. Dessa forma, inicialmente foi calculada a contribuição de referência, que deve ser, preferencialmente, o domicílio, representando a contribuição de uma família típica da área de estudo (MELO, 2008, p. 89). Este valor é calculado a partir da Equação (17), a qual varia com o consumo médio per capita de água, coeficiente de retorno, número médio de habitantes por domicílio e coeficientes de máxima vazão horária e diária. Assim, com o valor referente à contribuição de um domicílio, foi possível estimar a contribuição pontual inicial por quadra a partir do número de economias por quadra. A contribuição pontual final foi calculada utilizando a taxa de crescimento da população referente ao cenário em questão. Estes valores foram, então, introduzidos manualmente no *SANCAD* como vazões concentradas (Figura 10) no PV de montante do trecho que percorre o ponto mais baixo da quadra.



Figura 10: Entrada de vazões concentradas no SANCAD.



Fonte: Elaborada pela autora com base em SANCAD (2019)

#### 4.4.2.3. Coletores prediais

A fim de realizar uma comparação justa com o sistema condominial, tornou-se necessário dimensionar e, posteriormente, orçar os coletores prediais. Para isso, foi considerada uma residência padrão para o dimensionamento e esta foi generalizada para as demais. Neste caso foi utilizado apenas a ferramenta *Excel* para os cálculos. Para este item, foram seguidas as recomendações propostas pela NBR 8160/99.

A residência padrão considerada é composta por um banheiro, uma área de serviço e uma cozinha. Os aparelhos considerados em cada ambiente, bem como os respectivos números de Unidades de Hunter de contribuição, estão assinalados na Tabela 3.

Tabela 3: Dimensionamento dos coletores prediais.

Ambiente	Aparelho sanitário	Número de unidades de Hunter de contribuição (UHC)
Banheiro	Bacia sanitária	6

	Chuveiro de residência	2
	Lavatório de residência	1
<b>Área de serviço</b>		
	Tanque de lavar roupas	3
	Máquina de lavar roupas	3
<b>Cozinha</b>		
	Pia de cozinha residencial	3
	Máquina de lavar louças	2
	<b>TOTAL</b>	<b>20</b>

Fonte: Elaborada pela autora com base na NBR 8160/99.

A partir da definição do número de unidades de Hunter de contribuição por residência, foi possível utilizar a tabela fornecida pela NBR 8160/99 (Figura 11) com o objetivo de determinar o diâmetro nominal do tubo a ser utilizado.

Figura 11: Tabela utilizada para o dimensionamento dos coletores prediais.

Diâmetro nominal do tubo  <i>DN</i>	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição em função das declividades mínimas %			
	0,5	1	2	4
100	-	180	216	250
150	-	700	840	1 000
200	1 400	1 600	1 920	2 300
250	2 500	2 900	3 500	4 200
300	3 900	4 600	5 600	6 700
400	7 000	8 300	10 000	12 000

Fonte: NBR 8160/99

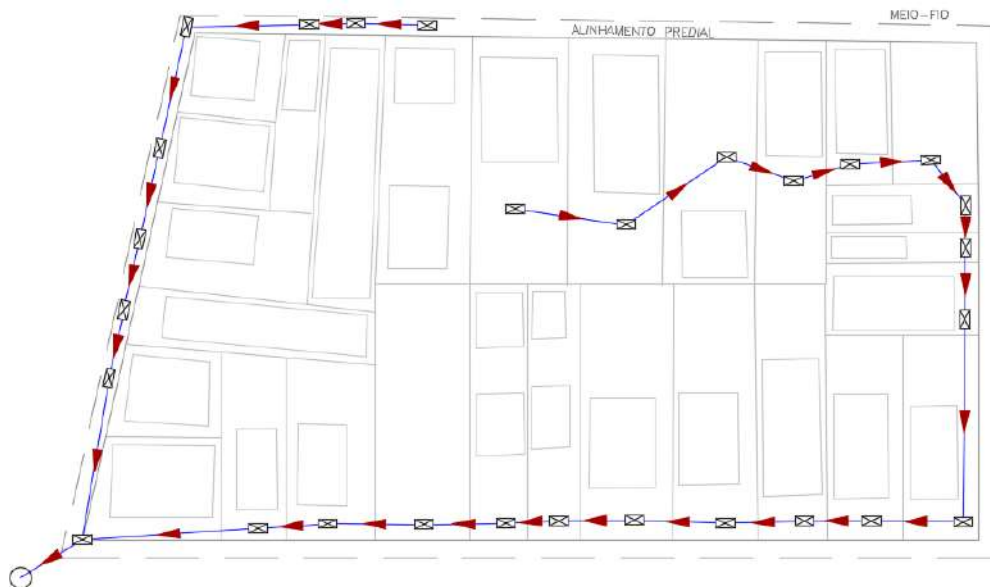
Cada residência contará com uma caixa de inspeção que, de acordo com a norma anteriormente referenciada, esta deverá possuir 1 metro de profundidade máxima, bem como lado interno mínimo de 0,60 m, para o caso de sua forma ser prismática, ou diâmetro mínimo de 0,60 m, caso sua forma for cilíndrica. Sendo assim, tais valores foram fixados de tal forma que as caixas de inspeção terão profundidade igual a 0,65 m, garantindo o recobrimento mínimo para que sejam posicionadas no passeio, e serão prismáticas de base quadrada, com dimensões 60 x 60 cm.

#### 4.4.2.4. Ramais condominiais

Para o dimensionamento dos ramais condominiais foram determinados os traçados que melhor se adequaram à organização urbanística de cada quadra individualmente. Contudo, assim como no dimensionamento da rede coletora pública com o sistema condominial, tornou-se necessária a inserção de vazões concentradas que, nesse caso, corresponderá ao valor da contribuição de referência para casas. Na existência de edifícios na quadra, a contribuição de referência do mesmo era multiplicada pela estimativa do número de apartamentos existentes nele.

Ademais, para os ramais condominiais, o recobrimento mínimo também sofreu alterações. Sabendo que os ramais estariam posicionados ou nas calçadas, ou dentro de lotes, o recobrimento mínimo seria de 0,65 metros para o primeiro caso, conforme a NBR 9649/1986, ou de 0,30 metros para o segundo caso, conforme MELO (2008). Dessa forma, a inserção destes valores no *SANCAD* variou conforme o traçado escolhido para cada quadra de ambos cenários. Um exemplo de quadra cujo ramal condominial contempla mais de um tipo de recobrimento (dentro de lote e passeio) é representado pela Figura 12, a seguir.

Figura 12: Exemplo de ramal condominial projetado.



Fonte: da autora.

Assim como nos coletores prediais, os ramais condominiais deverão contar com uma caixa de inspeção para cada residência. Assim como no caso anterior, as caixas serão prismáticas de base quadrada, com dimensões 60 x 60 cm. A profundidade, no entanto, variará com o trecho.

## 4.5 Estimativa de custos

Para a estimativa de custos foi utilizado o relatório de insumos e composições do SINAPI. A versão adotada foi publicada em junho de 2019, com encargos sociais desonerados. Para cada componente construtiva, o valor médio dos custos totais das composições foi utilizado na determinação dos valores a serem empregados nos cálculos do orçamento. Na ausência de algum componente no relatório do SINAPI, foi então utilizada a tabela de custos com desoneração da Secretaria de Infraestrutura do Ceará (SEINFRA).

A fim de comparar ambos sistemas, buscou-se quantificar parâmetros comumente utilizados na implementação das redes coletoras, ramais e coletores. Assim, buscou-se definir a área referente à remoção da pavimentação, o volume de escavação necessário para o correto posicionamento da tubulação, a área a ser escorada, o volume necessário para o reaterro, a área referente à repavimentação e, por fim, o comprimento total de tubulações a serem utilizadas. Além disso, foram quantificados os poços de visita, terminais de limpeza, bem como as caixas de inspeção necessárias de acordo com o projeto realizado.

Inicialmente, para a correta determinação do pavimento a ser removido e reposicionado, foi realizado um levantamento por trecho dos pavimentos existentes nas ruas e calçadas. Utilizando a ferramenta *Google Maps*, foi possível classificar a pavimentação em paralelepípedo, pavimento intertravado, piso intertravado, pedra irregular, passeio cimentado, grama e saibro. Ainda, foi considerado 0,1m de espessura o pavimento em paralelepípedo e pedra irregular; 0,08m de espessura o pavimento intertravado; 0,06m de espessura o piso intertravado; e 0,03m de espessura o passeio cimentado.

A área referente à remoção da pavimentação, bem como à repavimentação, foram quantificados de acordo com a largura e o comprimento da vala. Conforme mencionado anteriormente, o comprimento da vala é uma informação gerada pelo software e, portanto, é possível retirá-la das planilhas de dimensionamento. Para a determinação da largura da vala, no entanto, foi utilizada a NBR 12266/92, a qual define as larguras necessárias para obras de esgoto. Assim, considerando diâmetro nominal entre 100 e 150mm, foi adotada largura da vala igual a 0,65m para os trechos com profundidades entre 0 e 2m; 0,75m para aqueles com profundidades entre 2 e 4m; e 0,85m para aqueles com profundidades entre 4 e 6m. Ainda conforme recomendação da NBR, foi adicionada uma folga de 30 cm para pavimentos

articulados e asfalto, visando evitar acidentes com os trabalhadores que farão os serviços dentro da vala.

O volume de escavação foi quantificado a partir da profundidade média da tubulação no trecho e da largura e comprimento da vala. Em seguida foi subtraído o volume referente ao pavimento previamente removido.

Conforme a NBR 9061/85, escavações de no máximo 1,25 m de profundidade podem ser construídas com paredes verticais sem medidas de proteção especiais se a inclinação da superfície do solo adjacente for menor que 1:10, em solos não coesivos, ou menor que 1:2, em solos coesivos. Assim, para profundidades maiores que 1,25, foi calculada a área da parede da vala a ser escorada, através da multiplicação do comprimento da mesma pela profundidade média da tubulação no trecho.

Para a determinação do volume necessário para o reaterro, buscou-se atender a NBR 12266/92, a qual reforça a obrigatoriedade de preenchimento manual até 50 cm acima da geratriz superior da tubulação, utilizando soquete manual, mecânico ou outro. Acima dessa camada torna-se possível executá-lo por processos mecânicos. Assim, inicialmente, o volume correspondente ao reaterro manual foi determinado a partir da multiplicação da largura e comprimento da vala com a soma do diâmetro do tubo e os 50 cm propostos. O volume da tubulação foi, então, subtraído deste cálculo. O volume restante foi quantificado como reaterro mecanizado. No caso dos ramais condominiais e dos coletores prediais foi considerado que, independente da profundidade, todo o processo seria realizado manualmente devido à dificuldade e/ou impossibilidade de operação de maquinário no local.

A partir do relatório de dimensionamento gerado pelo *SANCAD*, foi possível quantificar o comprimento de tubulações a serem utilizadas. Assim, sabendo o comprimento de cada trecho, bem como o diâmetro de tubulação necessário para garantir o bom funcionamento da rede para cada trecho, foi identificado o comprimento total de tubulações para cada diâmetro utilizado.

Por fim, a quantidade de poços de visitas, terminais de limpeza e caixas de inspeção, foram determinadas a partir dos traçados desenhados no software *AutoCAD*.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico serão apresentados os resultados obtidos ao longo do trabalho, bem como as discussões sobre os sistemas analisados. Assim, na sequência é possível encontrar: o estudo demográfico, o traçado das redes coletoras; 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 utilizados.

### 5.1 Estudo demográfico

A partir dos métodos analisados, foram obtidos os seguintes resultados (Tabela 4):

Tabela 4: Projeção populacional.

Ano	População medida	População estimada		
		Aritmética	Geométrica	Curva Logística
1991	54.223*	--	--	--
2000	60.383*	--	--	--
2010	62.764*	--	--	--
2019	66.261**	66.810	67.267	63.497
2020	--	67.259	67.787	63.552
2040	--	76.250	79.071	63.938

\* Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil.

\*\* Fonte: Estimativa do IBGE para o ano de 2019.

Tendo em vista que a população residente estimada, com data de referência no dia 1º de julho de 2019, proposta pelo IBGE para o município de Camaquã é de 66.261 habitantes, o método aritmético foi utilizado para este trabalho por apresentar o valor de projeção populacional mais próximo para o mesmo ano. A estimativa populacional proposta pelo IBGE leva em consideração informações sobre as tendências observadas da mortalidade, da fecundidade e da migração em nível nacional e regional, trazendo maior confiabilidade ao resultado.

Como mencionado anteriormente, a fim de limitar este valor às áreas correspondentes aos cenários analisados foi estimado o número de ligações, bem como o número de economias, ambos para cada uma das quadras dos cenários. Assim, os valores obtidos podem ser visualizados na Tabela 5, a seguir.

Tabela 5: Quantidade de economias e ligações das quadras de ambos cenários analisados.

	<b>Cenário 1</b>		<b>Cenário 2</b>	
	<b>Nº de ligações</b>	<b>Nº de economias</b>	<b>Nº de ligações</b>	<b>Nº de economias</b>
<b>Quadra 1</b>	19	19	26	28
<b>Quadra 2</b>	15	15	14	14
<b>Quadra 3</b>	11	11	22	22
<b>Quadra 4</b>	20	20	15	15
<b>Quadra 5</b>	14	14	20	20
<b>Quadra 6</b>	10	10	18	20
<b>Quadra 7</b>	25	25	26	28
<b>Quadra 8</b>	15	15	23	23
<b>Quadra 9</b>	17	17	29	29
<b>Quadra 10</b>	30	30	17	17
<b>Quadra 11</b>	23	23	19	30
<b>Quadra 12</b>	14	14	21	21
<b>Quadra 13</b>	17	17	20	20
<b>Quadra 14</b>	33	33	23	23
<b>Quadra 15</b>	28	28	16	29
<b>Quadra 16</b>	27	27	17	55
<b>Quadra 17</b>	25	25	6	13
<b>Quadra 18</b>	25	25	22	22
<b>Quadra 19</b>	37	37	17	17
<b>Quadra 20</b>	31	31	18	18
<b>Quadra 21</b>	31	31	25	36
<b>TOTAL</b>	467	467	414	500

Fonte: Elaborada pela autora.

O valor encontrado referente ao número médio de moradores em domicílios particulares permanentes na área urbana de Camaquã foi de 2,9 habitantes por economia. Tal informação, juntamente com os números de ligações e economias apresentados na Tabela 5, foi determinante para a obtenção da população inicial de ambos cenários. Ademais, com a taxa de crescimento da população urbana de Camaquã, também foi determinada a população final dos cenários. Tais informações podem ser visualizadas na Tabela 6.

Tabela 6: População de início e fim de plano para ambos cenários analisados.

	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário 2</b>
<b>População inicial – 2020 (hab)</b>	1354	1450
<b>População final – 2040 (hab)</b>	1535	1644
<b>Taxa de crescimento (%)</b>	1,13	

Fonte: Elaborada pela autora.

## 5.2 Traçado da rede coletora

Para ambos sistemas, o traçado foi projetado 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.

O traçado do sistema condominial procurou evitar percorrer caminhos desfavoráveis ao escoamento por gravidade, bem como caminhos desnecessários para a coleta de esgotos de cada quadra, tornando seu um projeto mais sucinto quando comparado ao traçado do sistema convencional. Além disso, o traçado do sistema condominial possibilitou que as redes coletoras fossem locadas em ruas menos movimentadas, evitando transtornos à população, ou ainda dar preferência a ruas cuja pavimentação fosse menos onerosa.

Desse modo, na Figura 13 é possível comparar os traçados de ambos sistemas para o cenário 1. Na Figura 14 é possível fazer o mesmo para o cenário 2.



Figura 13: Traçado da rede coletora do cenário 1, considerando adoção do sistema convencional (acima) e condominial (abaixo).



Fonte: da autora.

Figura 14: Traçado da rede coletora do cenário 2, considerando adoção do sistema convencional (acima) e condominial (abaixo).



Fonte: da autora.

### 5.3 Dimensionamento da rede coletora

A seguir serão comentados os resultados encontrados no dimensionamento da rede coletora utilizando o software *SANCAD*. No APÊNDICE A é possível encontrar os desenhos gerados a partir do dimensionamento realizado. No APÊNDICE B é possível visualizar as planilhas de dimensionamento das redes coletoras geradas pelo software, tanto para o sistema convencional, quanto para o condominial, assim como as planilhas referentes aos ramais condominiais e coletores prediais.

#### 5.3.1. Cenário 1

Por ser um cenário que apresenta elevada variação topográfica, o cenário 1 possuiu condições topográficas favoráveis para a coleta e transporte de esgoto sanitário por gravidade. Com a declividade natural do terreno a favor do escoamento e vazões de contribuição pequenas, tornou-se possível manter a maior parte das tubulações da rede coletora a apenas 1 metro de profundidade, profundidade mínima permitida, e diâmetro da tubulação igual a 100 mm por toda sua extensão. Contudo, um ponto de coleta atingiu profundidade máxima de 3,14 metros em ambos sistemas. No sistema condominial este local poderia ter sido evitado, porém esta alteração não foi considerada viável, visto que mais de um trecho da rede coletora seria aprofundado. Nas redes coletoras de ambos sistemas, as recomendações propostas pela NBR 9649/86, que se referem à declividade mínima, velocidade máxima, lâmina d'água e tensão trativa, foram atendidas.

Com relação aos ramais condominiais e coletores prediais, a profundidade máxima de implantação para o cenário 1 foi de 1,00 e 0,74 metros, respectivamente. Esta diferença se deve ao fato de que os ramais condominiais são dimensionados para coletar o esgoto de mais de uma residência, ao contrário dos coletores prediais, que coletam o referente a apenas uma moradia. Utilizando a Figura 11, a qual apresenta uma especificação da NBR 8160/99, os coletores prediais foram dimensionados para atender 20 UHC para uma declividade mínima de 1% e, portanto, seus diâmetros nominais devem ser de 100 mm. Por coletarem os esgotos de uma ou de apenas uma quadra de residências, tanto os coletores prediais, quanto os ramais condominiais exigiram diâmetros de tubulação igual ao valor mínimo admitido.

### 5.3.2. Cenário 2

No cenário 2, cenário que apresenta pequena variação topográfica, apenas o trecho final de ambos sistemas de esgotamento sanitário exigiu diâmetro maior que 100 mm, sendo o restante dos trechos dimensionados para o diâmetro mínimo admitido. Assim como no cenário anterior, as recomendações propostas pela NBR 9649/86, que se referem à declividade mínima, velocidade máxima, lâmina d'água e tensão trativa, foram atendidas.

Contudo, as profundidades atingidas pelas redes coletoras variaram entre 1,00 e 4,45 metros, para o sistema convencional, e entre 1,00 e 3,05 metros, para o condominial. Apesar do nível do lençol freático não ser um problema em Camaquã, 4,00 metros é comumente considerada uma profundidade excessiva na implantação da rede coletora. Assim, torna-se necessário cogitar a construção de uma estação elevatória de esgoto, no caso do sistema convencional.

Assim como o cenário anterior, os coletores prediais também foram dimensionados para atender apenas uma residência e, portanto, apresentaram profundidade máxima inferior à dos ramais condominiais. Estes foram dimensionados para uma declividade mínima de 1% e, por ser um cenário que contém alguns prédios e lotes com mais residências, os coletores foram projetados para atender contribuições que variaram entre 20 a 120 UHC. Sabendo que o limite para o diâmetro nominal de 100 mm é de 180 UHC, foi possível admitir o diâmetro mínimo exigido pela norma para todos os coletores prediais deste cenário. Além disso, o dimensionamento dos ramais condominiais também resultou em tubulações de diâmetro igual a 100 mm por toda sua extensão.

## 5.4 Quantitativo e estimativas de custos

Para a avaliação dos custos envolvidos na implantação dos sistemas convencional e condominial, bem como na implantação dos coletores prediais e ramais condominiais, em ambos cenários analisados, foi construído um orçamento contendo apenas parâmetros que apresentavam variação nos dois sistemas, são eles:

- Extensão da tubulação;
- Remoção da pavimentação;
- Escavação;

- Reaterro;
- Escoramento;
- Repavimentação;
- Dispositivos especiais e estruturas acessórias.

Planilhas com maiores detalhes dos orçamentos realizados, tais como o custo unitário de cada parâmetro e o código de referência do valor utilizado, podem ser encontradas no APÊNDICE C. A seguir serão comentados os resultados obtidos.

#### 5.4.1. Extensão da tubulação

Inicialmente, observa-se que, no caso do Cenário 1, a extensão da rede coletora que utiliza como princípio o sistema convencional resultou ser cerca de 70% maior que a extensão da rede coletora dimensionada considerando o sistema condominial (Tabela 7).

Tabela 7: Extensão da tubulação – Cenário 1.

Cenário 1	Sistema Convencional		Sistema Condominial	
	Rede coletora	Coletores Prediais	Rede coletora	Ramais Condominiais
<b>Extensão da tubulação DN 100 mm (m)</b>	5.493,00	3.051,31	1.639,00	6.412,00
<b>Estimativa de custo</b>	R\$ 136.501,05	R\$ 75.825,05	R\$ 40.729,15	R\$ 159.338,20
	R\$ 212.326,10		R\$ 200.067,35	

Fonte: Elaborada pela autora.

No entanto, no quesito extensão da tubulação total, analisando o conjunto rede coletora-coletor, o custo de implantação de um sistema de coleta e transporte de esgoto convencional se aproxima ao custo do condominial. Isso se deve ao fato de que, ao contrário dos coletores prediais, os ramais condominiais devem percorrer um caminho que permita a ligação de todas as residências de uma quadra, de forma a concentrar a coleta de esgotos em apenas um ponto e permitir que a rede coletora percorra um caminho mais simplificado. Assim, a extensa rede coletora do sistema convencional acaba compensando com a reduzida metragem de coletores

prediais, da mesma forma que a reduzida extensão da rede coletora do sistema condominial compensa com a vasta tubulação dos ramais condominiais.

Desta forma, a utilização de ramais condominiais promoveu um aumento de cerca de 52% no custo referente às ligações entre as caixas de inspeção e a rede coletora. Portanto, a implantação do sistema condominial no Cenário 1 permitiu uma economia de apenas 6% no custo total.

Com relação ao Cenário 2, a alteração no custo total de implantação dos sistemas analisados foi de apenas 1%, como é possível observar na Tabela 8. Novamente é observado que a extensão da rede coletora na concepção do sistema convencional é superior à do sistema condominial, com cerca de 67% de diferença. Ainda, de forma similar ao Cenário 1, notou-se que, para a implantação dos ramais condominiais, é necessário investir aproximadamente 57% a mais do que na implantação dos coletores prediais.

Tabela 8: Extensão da tubulação – Cenário 2.

Cenário 2	Sistema Convencional		Sistema Condominial	
	Rede coletora	Coletores Prediais	Rede coletora	Ramais Condominiais
<b>Extensão da tubulação DN 100 mm (m)</b>	5.283,00	2.780,27	1.734,00	6.404,00
<b>Extensão da tubulação DN 150 mm (m)</b>	19,00	--	19,00	--
<b>Estimativa de custo</b>	R\$ 132.218,30	R\$ 69.089,71	R\$ 43.089,90	R\$ 159.139,40
	R\$ 201.308,01		R\$ 202.229,30	

Fonte: Elaborada pela autora.

#### 5.4.2. Remoção da pavimentação e repavimentação

Como mencionado anteriormente, para a geração do orçamento referente à remoção da pavimentação e à repavimentação, os pavimentos de ambos cenários foram classificados entre: paralelepípedo, pavimento intertravado, piso intertravado, pedra irregular, passeio cimentado, grama e saibro. Plantas apresentando a segregação da pavimentação de ambos cenários podem ser encontradas no APÊNDICE D deste trabalho. Os custos segmentados por tipo de pavimento podem ser encontrados nos orçamentos adicionados no APÊNDICE C.

Primeiramente, foi observado que grande parte da pavimentação de Camaquã, dentro dos cenários analisados neste trabalho, é composta por saibro. O valor referente à remoção do saibro foi contabilizado diretamente no volume de escavação, partindo do princípio que não é necessário remover sua área superficial separadamente, ao contrário dos demais pavimentos.

Assim, conforme visualizado na Tabela 9, no Cenário 1, a área de pavimentação a ser removida, no caso das redes coletoras projetadas conforme o sistema convencional, é cerca de 70% maior do que aquelas projetadas conforme o sistema condominial. Como visto no item anterior, a extensão da tubulação desse sistema é superior ao do condominial e, não obstante, a implantação das tubulações prevalecem sob pavimentos em pedra irregular e paralelepípedo, aumentando o custo envolvido na sua remoção.

Ainda, ainda no caso do Cenário 1, os passeios são constituídos de saibro, cimento ou grama. Assim, considerando a raspagem e limpeza do terreno nos casos de existência de grama, bem como o extenso comprimento dos ramais condominiais, concluiu-se que os ramais obtiveram 21% a mais de custo envolvido na remoção da pavimentação, em comparação com os coletores prediais.

Tabela 9: Remoção da pavimentação – Cenário 1.

Cenário 1	Sistema Convencional		Sistema Condominial	
	Rede coletora	Coletores Prediais	Rede coletora	Ramais Condominiais
<b>Área de pavimentação a ser removida (m<sup>2</sup>)</b>	3.261,35	1.290,35	989,90	4.289,50
<b>Estimativa de custo</b>	R\$ 24.825,60	R\$ 16.683,51	R\$ 7.486,25	R\$ 21.191,10
	R\$ 41.509,11		R\$ 28.677,34	

Fonte: Elaborada pela autora.

Apesar da área de repavimentação das redes coletoras ser a mesma da área de remoção da pavimentação, o custo vinculado à repavimentação é consideravelmente superior ao de sua remoção. Sendo assim, sentiu-se necessidade de adicioná-la aos orçamentos. Os resultados encontrados podem ser visualizados na Tabela 10, abaixo.

Tabela 10: Repavimentação – Cenário 1.

Cenário 1	Sistema Convencional		Sistema Condominial	
	Rede coletora	Coletores Prediais	Rede coletora	Ramais Condominiais
<b>Área de repavimentação (m<sup>2</sup>)</b>	3.261,35	1.253,81	989,90	784,70
<b>Estimativa de custo</b>	R\$ 150.811,67	R\$ 36.821,27	R\$ 46.229,09	R\$ 24.968,40
	R\$ 187.632,94		R\$ 71.197,49	

Fonte: Elaborada pela autora.

A pavimentação do Cenário 2, é composta por saibro e bloco intertravado, em sua maioria, ocasionando expressiva diferença de área de pavimentação a ser removida, se comparado com o Cenário 1. Conforme visualizado na Tabela 11, a rede coletora sob a concepção do sistema condominial permitiu com que esta fosse implantada em ruas sem muita pavimentação, otimizando o tempo, a mão de obra e o custo compreendido em sua remoção.

Ainda nesse cenário, grande parte dos passeios também são cimentados ou com grama, causando um aumento na área de pavimento a ser removido. Sendo assim, no quesito remoção da pavimentação, o sistema condominial, gerou um custo cerca de 20% acima do que se teria utilizando o sistema convencional, considerando rede coletora e ramais.

Tabela 11: Remoção da pavimentação – Cenário 2.

Cenário 2	Sistema Convencional		Sistema Condominial	
	Rede coletora	Coletores Prediais	Rede coletora	Ramais Condominiais
<b>Área de pavimentação a ser removida (m<sup>2</sup>)</b>	829,55	617,17	103,55	4.101,05
<b>Estimativa de custo</b>	R\$ 7.345,13	R\$ 7.898,18	R\$ 1.090,38	R\$ 18.741,83
	R\$ 15.243,31		R\$ 19.832,21	

Fonte: Elaborada pela autora.

No Cenário 2 pode-se observar que houve alteração considerável na área total a ser repavimentada com a área total a ser removida. Isso se deve ao fato da grande maioria dos trechos dos ramais condominiais e dos coletores prediais serem compostos por grama, a qual não foi quantificada na repavimentação em nenhum dos cenários. Assim, com a grande



redução na área de repavimentação dos ramais condominiais por conta da grama, o custo do sistema convencional sobressaiu em 60%, quando comparado ao custo do sistema condominial.

Tabela 12: Repavimentação – Cenário 2.

Cenário 2	Sistema Convencional		Sistema Condominial	
	Rede coletora	Coletores Prediais	Rede coletora	Ramais Condominiais
<b>Área de repavimentação (m<sup>2</sup>)</b>	829,55	596,99	103,55	548,15
<b>Estimativa de custo</b>	R\$ 37.492,40	R\$ 17.989,51	R\$ 4.774,07	R\$ 17.456,63
	R\$ 55.481,91		R\$ 22.230,70	

Fonte: Elaborada pela autora.

### 5.4.3. Escavação

Na determinação do método de escavação a ser utilizado, três fatores foram considerados: a dificuldade encontrada no acesso de maquinários pesados dentro dos lotes residenciais; as baixas profundidades comumente definidas nos dimensionamentos de ligações prediais; e o custo elevado de mão de obra existente, que se destacou no caso da escavação manual. Desse modo, foi considerado que apenas a implantação das redes coletoras teria escavação mecanizada e que apenas a implantação dos coletores prediais e dos ramais condominiais teriam escavação manual.

Assim, visto que o sistema convencional promove uma maior extensão de redes coletoras quando comparado com o sistema condominial, o volume de escavação tornou-se similarmente maior, majorando seu custo em 66% (Tabela 13). Assim como as redes coletoras, os ramais condominiais necessitaram de maior volume de escavação para a sua implantação. Entretanto, apesar de gerarem um volume de escavação 44% maior que o da rede coletora do sistema condominial, os ramais produziram um custo cerca de 93% acima do custo gerado para a escavação da rede. Isso se deve ao fato de que a mão de obra para escavação manual é R\$ 54,00/m<sup>3</sup> mais cara que a mecanizada, segundo dados do SINAPI.

Tabela 13: Escavação – Cenário 1.

Cenário 1	Sistema Convencional		Sistema Condominial	
	Rede coletora	Coletores Prediais	Rede coletora	Ramais Condominiais
<b>Escavação mecanizada de vala (m<sup>3</sup>)</b>	3.514,41	--	1.191,59	--
<b>Escavação manual de vala (m<sup>3</sup>)</b>	--	1.123,52	--	2.142,66
<b>Estimativa de custo</b>	R\$ 29.025,86	R\$ 69.950,24	R\$ 9.841,44	R\$ 133.402,22
	R\$ 98.976,10		R\$ 143.243,66	

Fonte: Elaborada pela autora.

Assim como no cenário anterior, o sistema convencional, que apresentou extensões de rede maiores que o sistema condominial, provocou maiores volumes de escavação e, consequentemente, maiores custos vinculados para o Cenário 2 (Tabela 14). Além disso, este cenário apresenta baixíssimas variações topográficas, ocasionando redes coletoras profundas. Tais fatores também corroboraram com a onerosidade da escavação.

Seguindo o mesmo princípio, os ramais condominiais 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 do Cenário 2. Comparando os custos, o sistema condominial está custando 20% a mais que o sistema convencional.

Tabela 14: Escavação – Cenário 2.

Cenário 2	Sistema Convencional		Sistema Condominial	
	Rede coletora	Coletores Prediais	Rede coletora	Ramais Condominiais
<b>Escavação mecanizada de vala (m<sup>3</sup>)</b>	8.732,09	--	1.630,84	--
<b>Escavação manual de vala (m<sup>3</sup>)</b>	--	1.241,86	--	2.773,81
<b>Estimativa de custo</b>	R\$ 72.119,13	R\$ 77.318,11	R\$ 13.469,24	R\$ 172.697,60
	R\$ 149.437,24		R\$ 186.166,84	

Fonte: Elaborada pela autora.

#### 5.4.4. Reaterro

De forma a respeitar as recomendações da NBR 12266/92, a qual enfatiza o preenchimento manual da vala até 50 cm acima da geratriz superior da tubulação, foi calculado que 2.166,22 m<sup>3</sup> da vala para a implantação da rede coletora dimensionada conforme o sistema convencional do Cenário 1 seriam preenchidos manualmente, enquanto o restante seria realizado com o auxílio de uma escavadeira ou retroescavadeira hidráulica, conforme apresentado na Tabela 17. No sistema condominial, o volume referente ao reaterro manual seria aproximadamente 69% menor.

Pelos mesmos motivos apresentados no item anterior, foi considerado que o reaterro das valas dos coletores prediais e ramais condominiais serão exclusivamente realizados de forma manual. Neste caso, devido ao custo do reaterro manual não ser demasiadamente superior ao do mecanizado, o custo de implantação do sistema convencional mostrou ser apenas 21% superior ao do condominial.

Tabela 15: Reaterro – Cenário 1.

Cenário 1	Sistema Convencional		Sistema Condominial	
	Rede coletora	Coletores Prediais	Rede coletora	Ramais Condominiais
<b>Reaterro mecanizado de vala (m<sup>3</sup>)</b>	1.347,66	--	528,02	--
<b>Reaterro manual de vala (m<sup>3</sup>)</b>	2.166,22	1.123,52	663,41	2.138,53
<b>Estimativa de custo</b>	R\$ 82.086,06	R\$ 34,678.23	R\$ 26.438,88	R\$ 66.037,87
	R\$ 116.764,29		R\$ 92.476,75	

Fonte: Elaborada pela autora.

O Cenário 2, por ter pouca variação topográfica, acaba por atingir maiores profundidades de rede. O sistema convencional, por ter que contornar todas as ruas da área de projeto, tem sua rede coletora mais extensa, exigindo maiores volumes de escavação e, conseqüentemente, de reaterro. Tais fatores ocasionaram uma diferença de 81% no volume total de reaterro necessário para a implantação das redes coletoras (Tabela 16).

No caso dos coletores prediais e dos ramais condominiais, este último apresentou volume de reaterro cerca de 52% maior que o necessário para a construção dos coletores prediais. Contudo, tal diferença não se mostrou tão significativa quanto a encontrada nas redes coletoras, a qual gerou uma diferença de 36% no custo total relacionado ao reaterro de valas.

Tabela 16: Reaterro – Cenário 2.

Cenário 2	Sistema Convencional		Sistema Condominial	
	Rede coletora	Coletores Prediais	Rede coletora	Ramais Condominiais
<b>Reaterro mecanizado de vala (m<sup>3</sup>)</b>	6.353,83	--	937,04	--
<b>Reaterro manual de vala (m<sup>3</sup>)</b>	2.377,74	1.241,36	693,61	2.769,98
<b>Estimativa de custo</b>	R\$ 145.055,33	R\$ 38.333,07	R\$ 31.982,68	R\$ 85.536,99
	R\$ 183.388,40		R\$ 117.519,67	

Fonte: Elaborada pela autora.

#### 5.4.5. Escoramento

Sabendo que os coletores prediais, bem como os ramais condominiais, atingiram profundidades de até 1,0 m, não foi necessário fazer o escoramento de suas valas, de acordo com a NBR 9061/85. Desse modo, apenas as redes coletoras contaram com o escoramento.

Como as redes coletoras do sistema convencional tiveram maior extensão de tubulação e necessitaram maiores volumes de escavação, estas obtiveram maior área de parede a ser escorada. Sendo assim, no Cenário 1, o custo referente a este parâmetro tornou-se cerca de 32% mais oneroso quando comparado ao sistema condominial, como pode-se observar na Tabela 17.

Tabela 17: Escoramento – Cenário 1.

Cenário 1	Sistema Convencional	Sistema Condominial
<b>Escoramento de vala (m<sup>2</sup>)</b>	617,16	420,21
<b>Estimativa de custo</b>	R\$ 12.984,79	R\$ 8.841,04

Fonte: Elaborada pela autora.

O mesmo é possível observar no Cenário 2, porém com maior expressividade. Nesse caso, o sistema convencional onera a implantação da rede coletora em cerca de 85% (Tabela 18).

Tabela 18: Escoramento – Cenário 2.

<b>Cenário 2</b>	<b>Sistema Convencional</b>	<b>Sistema Condominial</b>
<b>Escoramento de vala (m<sup>2</sup>)</b>	9.387,91	1.453,71
<b>Estimativa de custo</b>	R\$ 197.517,81	R\$ 30.585,36

Fonte: Elaborada pela autora.

#### 5.4.6. Dispositivos especiais e estruturas acessórias

Por fim, foi levado em consideração a quantidade de poços de visita, terminais de limpeza e caixas de inspeção necessárias para a implantação das redes coletoras, bem como dos coletores prediais e ramais condominiais. Tais parâmetros foram obtidos a partir de contagens realizadas no software *AutoCAD*.

Ressalta-se que para as redes coletoras, poços de visitas foram adotados nas ocorrências explicitadas no item 3.6.5, enquanto os terminais de limpeza foram adotados no início de coletores. Para os coletores prediais e ramais condominiais, por sua vez, foi adotada a utilização de caixas de inspeção.

Assim, conforme o esperado, a quantidade de poços de visita e de terminais de limpeza mostraram-se mais frequentes no sistema convencional, enquanto as caixas de inspeção se apresentaram em maior quantidade no sistema condominial.

No caso do sistema condominial, muitos dos PV's que estariam posicionados ao longo da rede coletora, foram substituídos por caixas de inspeção na construção dos ramais condominiais. Assim, por mais que se torne necessária a utilização de maior quantidade de caixas de inspeção do que o utilizado por coletores prediais, o custo vinculado a elas é extremamente inferior ao de um PV, resultando em maior economia para o sistema condominial. No Cenário

1, por exemplo, tal característica resultou em um custo 41% maior para o sistema convencional (Tabela 19).

Tabela 19: Dispositivos especiais e estruturas acessórias – Cenário 1.

Cenário 1	Sistema Convencional		Sistema Condominial	
	Rede coletora	Coletores Prediais	Rede coletora	Ramais Condominiais
Poço de visita (un.)	43,00	--	17,00	--
Terminal de limpeza (un.)	24,00	--	3,00	--
Caixa de inspeção (un.)	--	467,00	--	526,00
Estimativa de custo	R\$ 206.815,73	R\$ 100.937,38	R\$ 69.378,97	R\$ 113.689,64
	R\$ 307.753,11		R\$ 183.068,61	

Fonte: Elaborada pela autora.

Já no Cenário 2, tais dispositivos resultaram em um custo 64% maior para o sistema convencional, conforme é possível visualizar na Tabela 20, abaixo.

Tabela 20: Dispositivos especiais e estruturas acessórias – Cenário 2.

Cenário 2	Sistema Convencional		Sistema Condominial	
	Rede coletora	Coletores Prediais	Rede coletora	Ramais Condominiais
Poço de visita (un.)	42,00	--	16,00	--
Terminal de limpeza (un.)	23,00	--	6,00	--
Caixa de inspeção (un.)	--	414,00	--	488,00
Estimativa de custo	R\$ 201.162,62	R\$ 89.481,96	R\$ 71.361,29	R\$ 105.476,32
	R\$ 290.644,58		R\$ 176.837,61	

Fonte: Elaborada pela autora.

### 5.4.7. Custo total

A partir da soma das estimativas de custo obtidas, chegou-se ao custo final para cada um dos cenários. Assim, na Tabela 21 é possível observar o valor obtido para o Cenário 1, enquanto na Tabela 22, observa-se o valor obtido para o Cenário 2.

No Cenário 1, a implantação do sistema condominial gera uma economia de, aproximadamente, 26% na construção de redes coletoras e de coletores prediais ou ramais condominiais.

Tabela 21: Custo total – Cenário 1.

<b>Cenário 1</b>	<b>Sistema Convencional</b>		<b>Sistema Condominial</b>	
	<b>Rede coletora</b>	<b>Coletores Prediais</b>	<b>Rede coletora</b>	<b>Ramais Condominiais</b>
<b>Custo total</b>	R\$ 643.050,76	R\$ 344.895,68	R\$ 208.944,81	R\$ 518.627,43
	R\$ 977.946,44		R\$ 727.572,24	

Fonte: Elaborada pela autora.

Já no Cenário 2, o qual apresenta baixo gradiente topográfico, a diferença observada foi maior. A baixa declividade do terreno e a necessidade de mantimento de uma declividade mínima no coletor fazem com que a rede coletora apresente profundidades maiores, ocasionando custos elevados. No caso deste cenário, a adoção do sistema condominial no projeto de coleta e transporte de esgoto sanitário contribuiu com uma economia de cerca de 31% quando comparado à adoção do sistema convencional.

Tabela 22: Custo total – Cenário 2.

<b>Cenário 2</b>	<b>Sistema Convencional</b>		<b>Sistema Condominial</b>	
	<b>Rede coletora</b>	<b>Coletores Prediais</b>	<b>Rede coletora</b>	<b>Ramais Condominiais</b>
<b>Custo total</b>	R\$ 792.910,72	R\$ 300.110,54	R\$ 196.352,92	R\$ 559.048,76
	R\$ 1.093.021,26		R\$ 755.401,68	

Fonte: Elaborada pela autora.

De maneira geral, as maiores diferenças encontradas estão vinculadas aos dispositivos especiais e estruturas acessórias, no caso do Cenário 1, e ao escoramento, no caso do Cenário 2. Tal resultado confirma a eficácia do traçado do sistema condominial no primeiro cenário, e o êxito do novo sistema em reduzir as extensões e profundidades da rede, no segundo cenário.



## 6 CONCLUSÕES

Em conformidade com a bibliografia apresentada anteriormente, o sistema condominial de fato apresentou custos de implantação inferiores ao sistema convencional. Como previsto pela literatura, em ambos cenários avaliados a maior liberdade na composição do traçado da rede coletora e a menor extensão que a rede precisa percorrer ocasionou a redução nos custos construtivos, bem como nos custos relacionados a dispositivos especiais e estruturas acessórias.

No Cenário 2, em particular, de forma a garantir o escoamento por gravidade e a autolimpeza dos coletores no sistema convencional, suas tubulações tiveram de ser assentadas a profundidades maiores. Assim, este cenário, que possui baixíssima variação topográfica, obteve tubulações posicionadas a cerca de 4,00 metros de profundidade, tornando-se indicada a instalação e operação de uma estação elevatória de esgoto sanitário. Tal medida, no entanto, atribui ao sistema gastos adicionais de construção, operação e manutenção, especialmente vinculados a energia consumida e reparo de bombas. Como forma de evitar a utilização de estações elevatórias, nos casos em que a implantação do sistema condominial não é uma opção, pode-se sugerir a implementação de redes coletoras auxiliares, as quais recebem as ligações prediais a profundidades menores e, posteriormente, são ligadas à rede coletora principal.

Em ambos cenários foi também observado que, embora a implantação dos ramais condominiais obteve custos superiores aos dos coletores prediais, 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, 0,25 metros maior. Ademais, esse sistema se mostrou favorável, uma vez que a utilização de ramais condominiais reduz a possibilidade de encontro com rochas e/ou interferências com outras obras de infraestrutura, já que os ramais são muitas vezes implementados dentro do lote dos moradores.

Assim, do ponto de vista técnico e econômico, o sistema condominial se mostrou a melhor opção a ser adotada em ambos cenários. Contudo, é importante atentar-se ao fato de que o sistema condominial não se refere apenas a uma obra física, pois, apesar de vantajoso para o dimensionamento os ramais condominiais adentrarem propriedades privadas e interligarem o

esgoto cloacal de uma quadra inteira, este processo pode vir a causar inúmeros conflitos entre vizinhos e membros do condomínio. Assim, deve-se assegurar o comprometimento de todos os moradores em questões que vão desde a execução de manutenções quando necessário, até mesmo à educação sanitária e ambiental de todos os integrantes das famílias.

De forma a aproveitar a viabilidade econômica do sistema condominial sem a sua total implementação, pode se tornar interessante a combinação entre os sistemas, seja contemplando os ramais condominiais ou apenas a menor extensão da rede coletora. De qualquer forma, este é um sistema que pode vir a contribuir para a universalização dos sistemas de esgotamento sanitário e, por esse motivo, o sistema condominial deve ser, cada vez mais, lembrado e utilizado por projetistas e concessionárias de saneamento.

Como recomendação para próximos trabalhos, indica-se a realização de um estudo comparativo entre os sistemas condominial e convencional do tipo separador absoluto, porém agora levando em consideração as alterações que uma estação elevatória de esgoto sanitário pode causar na rede coletora. Isto é, embora a estação elevatória englobe custos de instalação, operação e manutenção, esta poderá vir a promover economias no volume de escavação, reaterro e escoramento da vala de assentamento da tubulação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9061**: Segurança de escavação a céu aberto. Rio de Janeiro: ABNT, set. 1985.

\_\_\_\_\_. **NBR 9648**: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, nov. 1986.

\_\_\_\_\_. **NBR 9649**: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, nov. 1986.

\_\_\_\_\_. **NBR 12266**: Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana. Rio de Janeiro: ABNT, nov. 1992.

\_\_\_\_\_. **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro: ABNT, set. 1999.

\_\_\_\_\_. **NBR 14486**: Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário - Projeto de redes coletoras com tubos de PVC. Rio de Janeiro: ABNT, mar. 2000.

\_\_\_\_\_. **NBR 15710**: Sistemas de redes de coleta de esgoto sanitário doméstico a vácuo. Rio de Janeiro: ABNT, mai. 2009.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. **Demografia e saúde - População**. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Fundação João Pinheiro (FJP). Disponível em: <[http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil\\_m/camaqua\\_rs](http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/camaqua_rs)>. Acesso em: 10 mai. 2019.

AZEVEDO NETTO, J. M.; et al. **Sistemas de Esgotos Sanitários**. 2. Ed. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB, 1977.

AZEVEDO NETTO, J. M. **Innovative and Low Cost Technologies Utilized in Sewerage**. Technical series n° 29. Environmental Health Program. Washington, D.C. 1992.

AZEVEDO NETTO, J. M.; FERNANDEZ, M. F.; ARAUJO, R.; ITO, A. E. **Manual de Hidráulica**. 8. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

BENETTI, J. K. **A Utilização da Projeção Populacional na Elaboração de Projetos de Saneamento Básico**: Estudo de Caso, Ijuí, RS. Monografia. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Departamento de Tecnologia. 2007.

BEVILACQUA, N. **Materiais de Tubulações Utilizadas em Sistemas de Coleta e Transporte de Esgotos Sanitários**: Estudo de Caso da Área Norte de São Paulo. Dissertação. Universidade de São Paulo. 2006.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, 2007b. Disponível em < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm)>. Acesso em: 01 mai. 2019.

\_\_\_\_\_. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto n. 7.217, de 21 de junho de 2010**. Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Brasília,

2010. Disponível em < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/Decreto/D7217.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7217.htm)>. Acesso em: 01 mai. 2019.

\_\_\_\_\_. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 13.303, de 30 de junho de 2016**. Dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias, no âmbito da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Brasília, 2016. Disponível em < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2016/lei/L13303.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/L13303.htm)>. Acesso em: 22 jun. 2019.

\_\_\_\_\_. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto n. 8.211, de 21 de março de 2014**. Altera o Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010, que regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, 2014. Disponível em < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2014/Decreto/D8211.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Decreto/D8211.htm)>. Acesso em: 01 mai. 2019.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI: Metodologias e Conceitos**. Gerência Nacional Padronização e Normas Técnicas. 2018.

CARVALHO JÚNIOR, R. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias: princípios básicos para elaboração de projetos**. Bluncher. ed. 2. p. 262. São Paulo, 2014.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Sistemas de Esgotos Sanitários**. ed. 2. p. 467. São Paulo. 1977.

CYNAMON, S. E. **Sistema não Convencional de Esgoto Sanitário a Custo Reduzido, pra Pequenas Coletividades e Áreas Periféricas**. ed. 2. Fiocruz, MS. 1986.

FAIR, G. M.; GEYER, J. C. & OKUM, D. A. **Water and Wastewater Engineering**. New York: John Wiley & Sons. 1954.

FERNANDES, C. **Esgotos sanitários**. Editora Universitária. João Pessoa. 1996.

FERREIRA, R. H. A. **Avaliação do Custo de Construção em Função do Traçado da Rede Coletora de Esgoto Sanitário**. Dissertação. Universidade Federal do Pará. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Belém, PA. 2013.

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.

GAMEIRO, L. F. DE S. **Dimensionamento Otimizado de Redes de Esgotos Sanitários com a Utilização de Algoritmos Genéticos**. Dissertação. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. 2003.

HERMANN, T. D. **Comparação de Custos de uma Obra Utilizando Valores Estabelecidos pelo SINAPI com Valores Obtidos no Município de Ijuí/RS**. Monografia. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. 2008. Tabelas Completas: Esgotamento Sanitário. Rio de Janeiro, [2010]. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pnsb/tabelas>>. Acesso em: 28 abr. 2019.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. População e Domicílios. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=10503&t=resultados>>. Acesso em: 30 jun. 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Área territorial de Camaquã. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/camaqua/panorama>>. Acesso em: 08 mai. 2019.
- LOBO, L.; **Saneamento básico**: em busca da universalização. Brasília: Ed. do Autor, 2003. 228p.
- LOFRANO, G.; BROWN, J. **Wastewater management through the ages**: A history of mankind. Science of the Total Environment. 2009.
- MACHADO NETO, J. G. O. TISUTIYA, M. T. **Tensão trativa**: um critério econômico para o dimensionamento das tubulações de esgoto. Revista DAE, v. 45, n. 140. p. 73-87. 1985.
- 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, J. C. **Sistema Condominial**: uma resposta ao desafio da universalização do saneamento. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2008.
- 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.
- NANCE, E. B. **Multistakeholder Evaluation of Condominial Sewer Services**. American Journal of Evaluation, v. 26, n. 4, p. 480-500. 2005.
- NORMA TÉCNICA SABESP. **NTS 025**. Projeto de Redes Coletoras de Esgotos: Procedimento. São Paulo. 2006.
- NUVOLARI, A. **Esgoto Sanitário**: coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola. 2 ed. rev. São Paulo: Blucher, 2011.
- OSTROM, E. **Crossing the Great Divide**: Coproduction, Synergy, and Development. World Development, v. 24, n. 6, p. 1073-1087. 1996.
- PEREIRA, J. A. R.; SILVA, J. M. S. **Rede Coletora de Esgoto Sanitário**: Projeto, Construção e Operação. 3 ed. 310 p. Belém, 2018.
- QUEIROZ, E. et al. **Redes Coletoras de Esgoto Sanitário**: A influência da topografia no dimensionamento. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Faculdade Capixaba de Nova Venécia. 2015.
- SANEGRAPH. **SANCAD** – Software gráfico para projetos de redes urbanas coletoras de esgotos sanitários. Paraná. 2019.
- SANKS, R. L. et al. **Pumping Station Design**. Butterworth-Heinemann, Boston. 1998.
- SEINFRA – Secretaria da Infraestrutura. **Tabela de Custos e Insumos**. Governo do Estado do Ceará. Disponível em: <<https://www.seinfra.ce.gov.br/tabela-de-custos/>>. Acesso em: 24 out. 2019.
- SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas. **Poços**. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Serviço Geológico do
- 
- Estudo comparativo entre os sistemas condominial e convencional do tipo separador absoluto de coleta de esgoto sanitário.

Brasil – CPRM. Disponível em: <[http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar\\_mapa.php](http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar_mapa.php)>. Acesso em: 15 jun. 2019.

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.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. **Consumo médio per capita de água – IN022\_AE**. Ministério do Desenvolvimento Regional. 2017. Disponível em: <<http://app4.cidades.gov.br/serieHistorica/#>>. Acesso em: 20 mai. 2019.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**. Ministério do Desenvolvimento Regional. 2017. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2017>>. Acesso em: 28 mai. 2019.

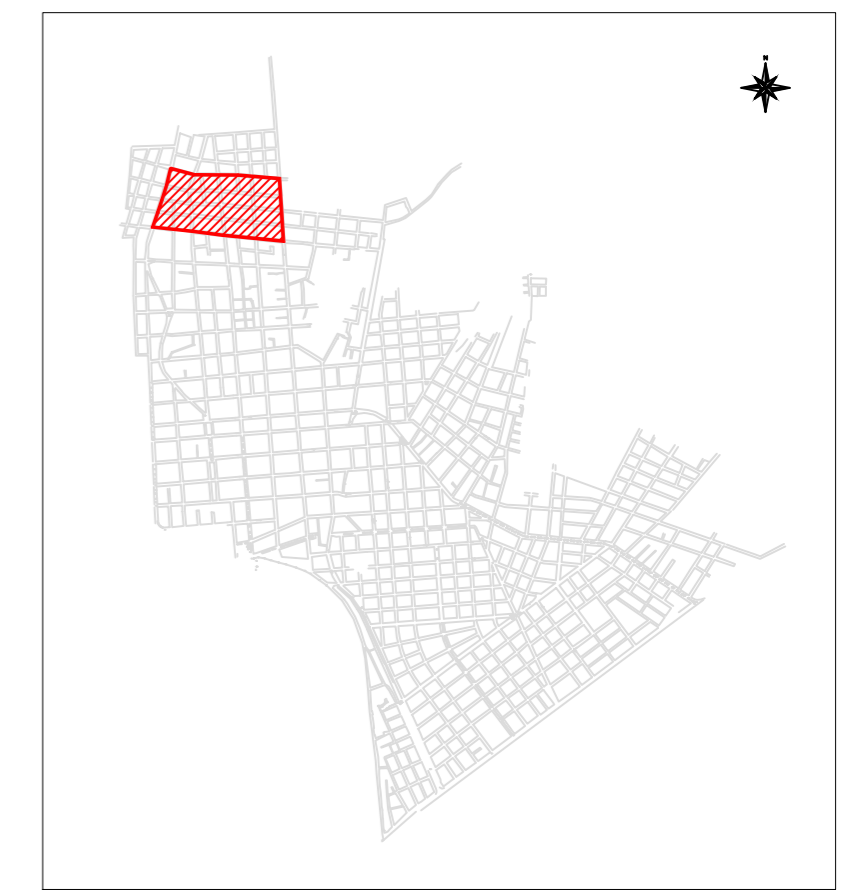
SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICE DA CONSTRUÇÃO CIVIL – SINAPI. **Relatório com as Referências em Insumos e Composições de Serviço do SINAPI**. CAIXA. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/referencias-precos-insumos/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

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

TSUTIYA, M. T.; SOBRINHO, P. A. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. 1. Ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1999.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais. v. 1. 2005.

## **APÊNDICE A – DESENHOS DO DIMENSIONAMENTO**



PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA

LEGENDA

- DELIMITAÇÃO DO LOTE
- ALINHAMENTO PREDIAL
- MEIO-FIO
- DELIMITAÇÃO DO CENÁRIO 1
- REDE COLETORA
- POÇO DE VISITA
- PV-001 TRECHO DO COLETOR
- PV-002 COMPRIMENTO-DIÂMETRO-DECLIVIDADE
- PROFUNDIDADE COTA DA TAMPA DO POÇO DE VISITA
- COTA DA GERATRIZ INFERIOR DO TUBO

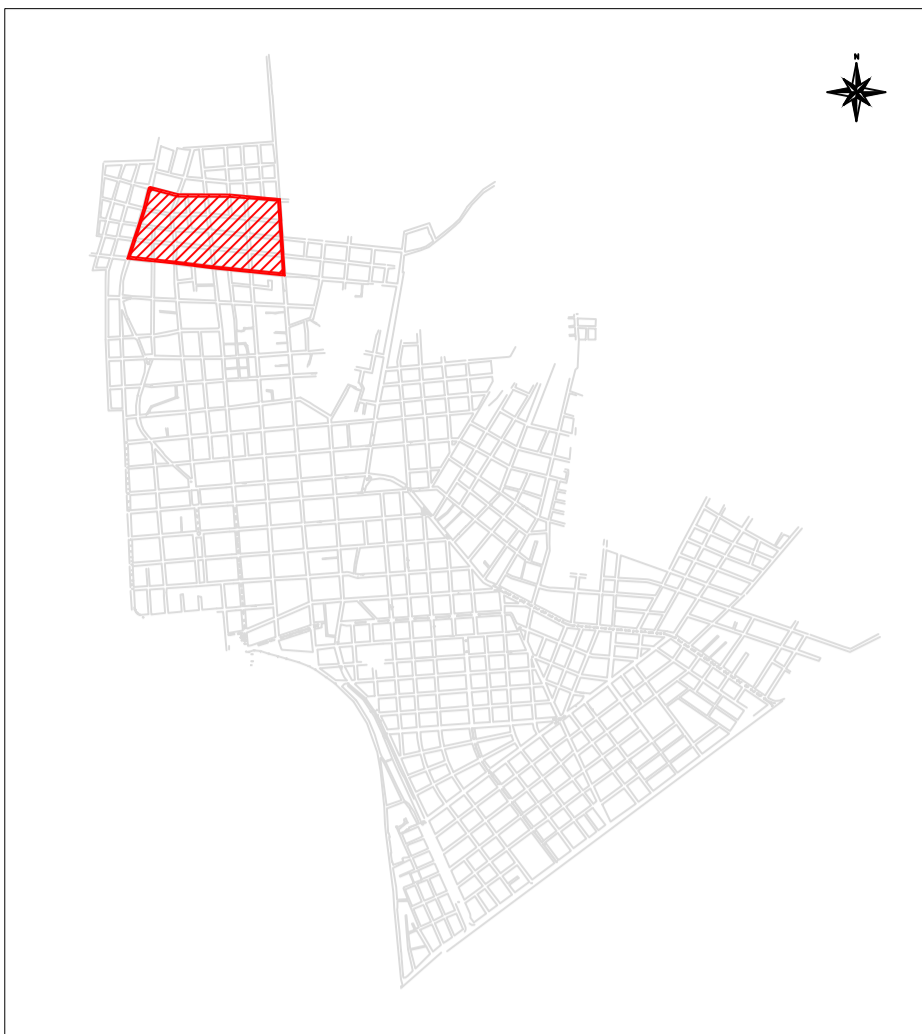
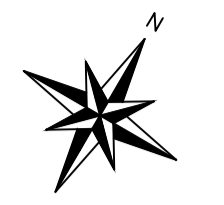


PROJETO DE CONCLUSÃO DO CURSO ENGENHARIA HÍDRICA



TÍTULO	DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA NO SISTEMA CONVENCIONAL		
COMPLEMENTO	CENÁRIO 1	DESENHISTA	VIVIANE MEZZOMO
DATA	DEZ/2019	ESCALA	1:2000
		NOME DO ARQUIVO	CONV-C1-R00
		FOLHA	01/02





PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA

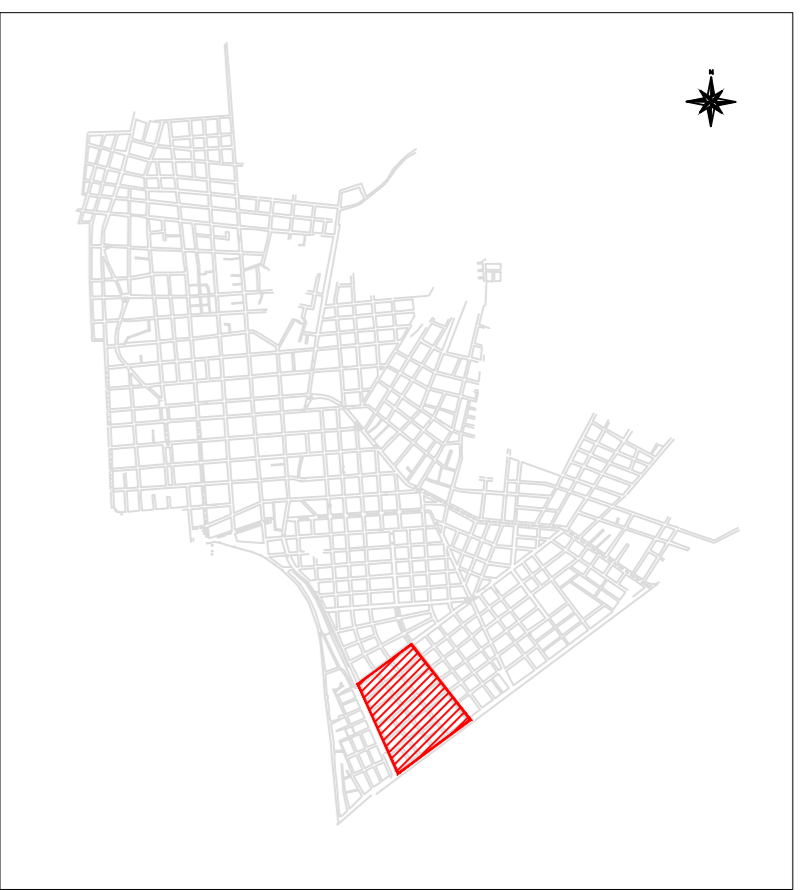
**LEGENDA**

- DELIMITAÇÃO DO LOTE
- ALINHAMENTO PREDIAL
- MEIO-FIO
- DELIMITAÇÃO DO CENÁRIO 1
- RAMAL CONDOMINIAL
- REDE COLETORES
- CAIXA DE INSPEÇÃO
- POÇO DE VISITA
- TRECHO DO COLETORES
- TRECHO DO RAMAL

PV-001      PV-002  
 ◓      ◓  
 COMPRIMENTO-DIAMETRO-DECLIVIDADE  
 PROFUNDIDADE      COTA DA TAMPA DO POÇO DE VISITA  
 COTA DE QUANTIDADE RELATIVA DO TERRENO

RAMAL-001      RAMAL-002  
 —      —

		<b>PROJETO DE CONCLUSÃO DO CURSO ENGENHARIA HÍDRICA</b>	
COMPLEMENTO	CENÁRIO 1	DESENHISTA	VIVIANE MEZZOMO
DATA	DEZ/2019	ESCALA	1:1500
NOME DO ARQUIVO	COND-C1-R00	FOLHA	02/02



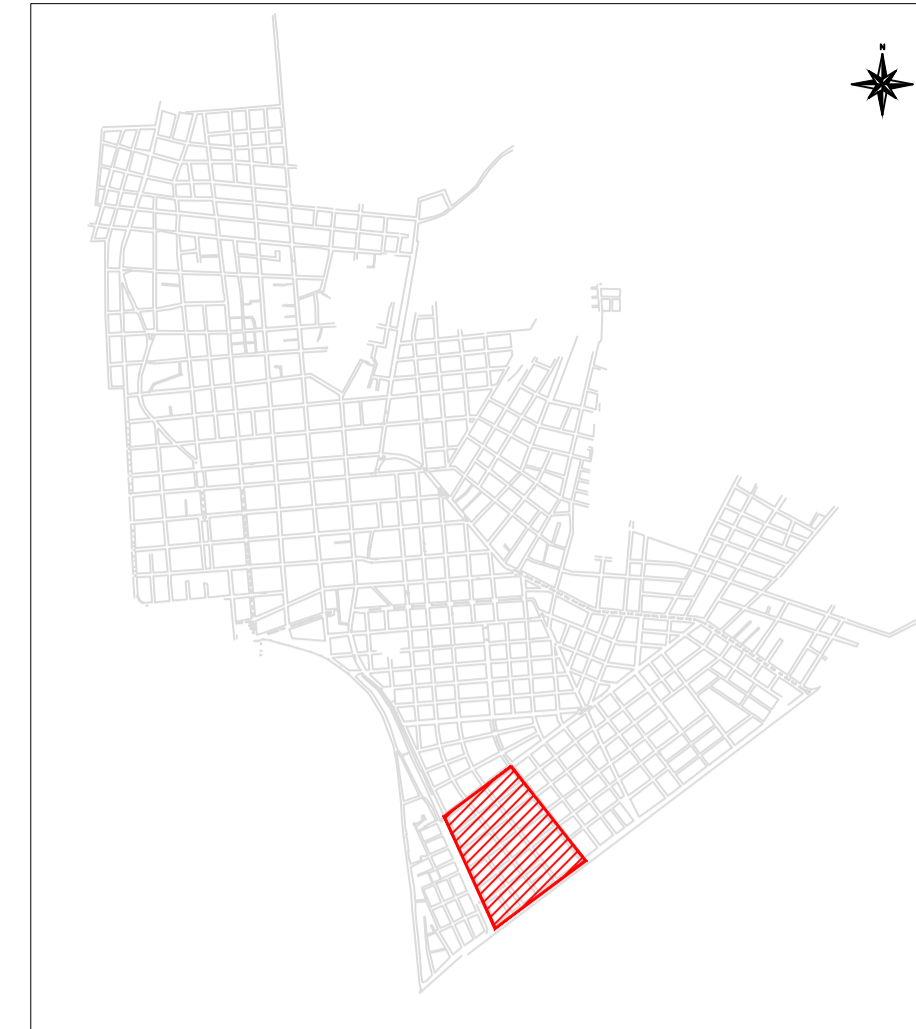
PLANTA DE SITUAÇÃO  
SEM ESCALA

LEGENDA

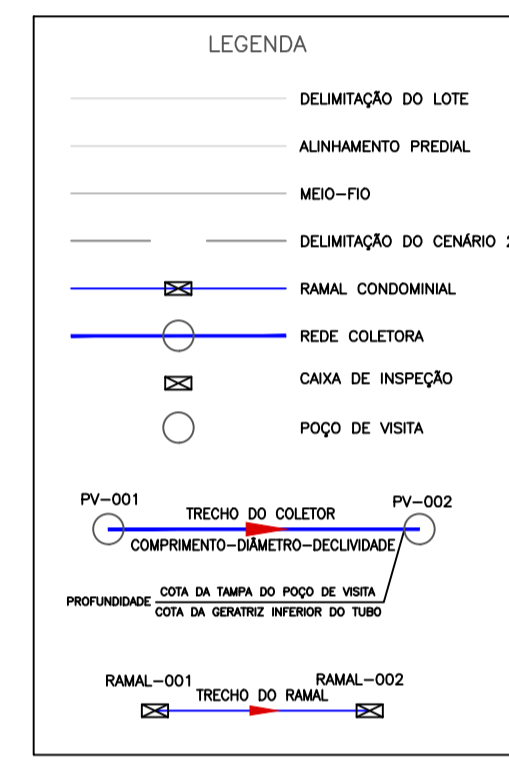
- DELIMITAÇÃO DO LOTE
- ALINHAMENTO PREDIAL
- MEIO-FIO
- DELIMITAÇÃO DO CENÁRIO 2
- REDE COLETORA
- POÇO DE VISITA
- PV-001 TRECHO DO COLETOR
- PV-002
- COMPRIMENTO-DIAMETRO-DECLIVIDADE
- PROFUNDIDADE COTA DA TAMPA DO POÇO DE VISITA
- COTA DA GERATRIZ INFERIOR DO TUBO



TÍTULO		DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA NO SISTEMA CONVENCIONAL		
COMPLEMENTO		CENÁRIO 2		DESENHISTA VIVIANE MEZZOMO
DATA DEZ/2019	ESCALA 1:2000	NOME DO ARQUIVO CONV-C2-R00	FOLHA 01/02	



PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA



BR - 116

		<p>PROJETO DE CONCLUSÃO DO CURSO ENGENHARIA HÍDRICA</p>	
<p>COMPLEMENTO CENÁRIO 2</p>		<p>DESENHISTA VIVIANE MEZZOMO</p>	
<p>DATA DEZ/2019</p>	<p>ESCALA 1:1500</p>	<p>NOME DO ARQUIVO COND-C2-R00</p>	<p>FOLHA 02/02</p>

## **APÊNDICE B – PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO**



PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO - SISTEMA CONDOMINIAL - CENÁRIO 1																							
Coletor	Poço de Visita		Comprimento	Cota do Terreno		Cota do Coletor		Profundidade		Diâmetro	Declividade	Vazão (l/s)			Velocidade			Tensão Tratava	Lâmina		Obs	Pavimentação	
	Montante	Jusante		Montante	Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante			Conc. Inicial	Conc. Final	Inicial	Final	Inicial	Final		Crítica	Inicial			Final
003-001	COND-015	COND-016	94.00	85.75	68.17	84.75	67.17	1.00	1.00	100.00	0.19	0.09	0.10	0.14	0.15	1.95	1.95	1.84	17.84	0.15	0.15		Pedra Irregular
003-002	COND-016	COND-017	110.00	68.17	69.76	67.17	66.62	1.00	3.14	100.00	0.01	0.32	0.36	0.51	0.56	0.54	0.54	2.71	1.04	0.39	0.39		Saibro
003-003	COND-017	COND-018	93.00	69.76	62.34	66.62	61.34	3.14	1.00	100.00	0.06	0.00	0.00	0.55	0.61	1.28	1.28	2.09	7.06	0.21	0.21		Saibro
003-004	COND-018	COND-019	108.00	62.34	51.93	61.34	50.93	1.00	1.00	100.00	0.10	0.00	0.00	0.61	0.66	1.54	1.54	1.98	10.66	0.18	0.18		Saibro
003-005	COND-019	COND-020	94.00	51.93	48.47	50.93	47.47	1.00	1.00	100.00	0.04	0.23	0.27	0.89	0.97	1.10	1.10	2.20	5.03	0.23	0.23		Saibro
003-006	COND-020	COND-010	92.00	48.47	47.27	47.47	46.27	1.00	1.00	100.00	0.01	0.00	0.00	0.93	1.02	0.76	0.76	2.46	2.23	0.30	0.30		Saibro
002-001	COND-011	COND-012	89.00	70.08	63.78	69.08	62.78	1.00	1.00	100.00	0.07	0.27	0.30	0.31	0.35	1.38	1.38	2.04	8.37	0.20	0.20		Pedra Irregular
002-002	COND-012	COND-013	98.00	63.78	60.73	62.78	59.73	1.00	1.00	100.00	0.03	0.09	0.11	0.45	0.50	1.03	1.03	2.24	4.41	0.24	0.24		Pedra Irregular
002-003	COND-013	COND-014	101.00	60.73	56.71	59.73	55.71	1.00	1.00	100.00	0.04	0.32	0.36	0.82	0.91	1.13	1.13	2.18	5.35	0.23	0.23		Pedra Irregular
002-004	COND-014	COND-007	90.00	56.71	49.50	55.71	48.50	1.00	1.00	100.00	0.08	0.00	0.00	0.87	0.96	1.44	1.44	2.02	9.23	0.19	0.19		Pedra Irregular
001-001	COND-001	COND-002	84.00	78.30	66.78	77.30	65.78	1.00	1.00	100.00	0.14	0.12	0.14	0.16	0.18	1.74	1.74	1.90	14.02	0.17	0.17		Pedra Irregular
001-002	COND-002	COND-003	100.00	66.78	59.65	65.78	58.65	1.00	1.00	100.00	0.07	0.09	0.11	0.31	0.34	1.39	1.39	2.04	8.43	0.20	0.20		Saibro
001-003	COND-003	COND-004	106.00	59.65	53.92	58.65	52.92	1.00	1.00	100.00	0.05	0.07	0.08	0.43	0.47	1.26	1.26	2.11	6.79	0.21	0.21		Pedra Irregular
001-004	COND-004	COND-005	90.00	53.92	50.90	52.92	49.90	1.00	1.00	100.00	0.03	0.13	0.14	0.60	0.66	1.06	1.06	2.22	4.68	0.24	0.24		Pedra Irregular
001-005	COND-005	COND-006	39.00	50.90	50.09	49.90	49.09	1.00	1.00	100.00	0.02	0.15	0.17	0.77	0.85	0.89	0.89	2.34	3.19	0.27	0.27		Paralelepípedo
001-006	COND-006	COND-007	43.00	50.09	49.50	49.09	48.50	1.00	1.00	100.00	0.01	0.15	0.16	0.94	1.03	0.77	0.77	2.44	2.32	0.30	0.30		Paralelepípedo
001-007	COND-007	COND-008	87.00	49.50	48.12	48.50	47.12	1.00	1.00	100.00	0.02	0.19	0.22	2.04	2.25	0.89	0.91	2.62	2.96	0.33	0.35		Paralelepípedo
001-008	COND-008	COND-009	43.00	48.12	47.70	47.12	46.70	1.00	1.00	100.00	0.01	0.35	0.39	2.41	2.66	0.78	0.80	2.85	2.14	0.42	0.44		Paralelepípedo
001-009	COND-009	COND-010	54.00	47.70	47.27	46.70	46.27	1.00	1.00	100.00	0.01	0.37	0.41	2.82	3.13	0.62	0.63	2.97	1.98	0.58	0.60		Paralelepípedo
001-010	COND-010	FIM	24.00	47.27	46.97	46.27	45.97	1.00	1.00	100.00	0.01	0.20	0.22	3.97	4.39	0.79	0.81	2.97	3.04	0.60	0.65	FIM	Paralelepípedo













## PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO - RAMAIS CONDOMINIAIS - CENÁRIO 1

Coletor	Poço de Visita		Comprimento	Cota do Terreno		Cota do Coletor		Profundidade		Diâmetro	Declividade	Vazão (l/s)				Pavimentação
	Montante	Jusante		Montante	Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante			Conc. Inicial	Conc. Final	Inicial	Final	
001-002	R-002	R-003	9.00	90.90	90.85	90.50	90.45	0.40	0.40	100.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	Grama
001-003	R-003	R-004	11.00	90.85	90.72	90.45	90.32	0.40	0.40	100.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	Grama
001-004	R-004	R-005	10.00	90.72	90.66	90.32	90.26	0.40	0.40	100.00	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05	Grama
001-005	R-005	R-006	7.00	90.66	90.65	90.26	90.23	0.40	0.43	100.00	0.00	0.01	0.01	0.06	0.06	Grama
001-006	R-006	R-007	11.00	90.65	90.52	90.23	90.12	0.43	0.40	100.00	0.01	0.01	0.01	0.07	0.07	Grama
001-007	R-007	R-008	9.00	90.52	90.43	90.12	90.03	0.40	0.40	100.00	0.01	0.01	0.01	0.08	0.08	Grama
001-008	R-008	R-009	16.00	90.43	90.23	90.03	89.83	0.40	0.40	100.00	0.01	0.01	0.01	0.09	0.10	Grama
001-009	R-009	R-010	18.00	90.23	87.96	89.83	87.56	0.40	0.40	100.00	0.13	0.01	0.01	0.11	0.12	Grama
001-010	R-010	R-011	30.00	87.96	84.43	87.56	84.03	0.40	0.40	100.00	0.12	0.01	0.01	0.16	0.17	Grama
001-011	R-011	R-012	59.00	84.43	78.86	83.68	77.91	0.75	0.95	100.00	0.10	0.00	0.00	0.19	0.20	Grama
001-012	R-012	FIM	11.00	78.86	78.30	77.86	77.30	1.00	1.00	100.00	0.05	0.00	0.00	0.35	0.37	Saibro

PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO - COLETORES PREDIAIS - CENÁRIO 1										
Trecos e PVs do Sistema Convencional			Comprimento médio do coletor predial	Nº de Ligações por trecho	Comprimento total de coletores na quadra	Profundidade		Diâmetro	Declividade	Pavimentação
Trecho	Poço de Visita					Montante	Jusante			
	Montante	Jusante								
024-001	CONV-066	CONV-067	4.69	1.00	4.69	0.65	0.70	100.00	0.01	Grama
024-002	CONV-067	CONV-023	7.29	1.00	7.29	0.65	0.72	100.00	0.01	Grama
023-001	CONV-065	CONV-062	7.60	9.00	68.40	0.65	0.73	100.00	0.01	Grama
022-001	CONV-064	CONV-061	5.20	7.00	36.40	0.65	0.70	100.00	0.01	Grama; Saibro
021-001	CONV-056	CONV-057	8.20	3.00	24.60	0.65	0.73	100.00	0.01	Grama
021-002	CONV-057	CONV-058	6.82	5.00	34.10	0.65	0.72	100.00	0.01	Grama; Saibro
021-003	CONV-058	CONV-059	6.87	7.00	48.09	0.65	0.72	100.00	0.01	Cimento
021-004	CONV-059	CONV-060	3.00	3.00	9.00	0.65	0.68	100.00	0.01	Grama
021-005	CONV-060	CONV-061	4.20	5.00	21.00	0.65	0.69	100.00	0.01	Grama
021-006	CONV-061	CONV-062	5.03	6.00	30.18	0.65	0.70	100.00	0.01	Cimento; Grama
021-007	CONV-062	CONV-063	7.34	5.00	36.70	0.65	0.72	100.00	0.01	Grama
021-008	CONV-063	CONV-064	7.32	8.00	58.56	0.65	0.72	100.00	0.01	Cimento; Grama
020-001	CONV-053	CONV-054	7.22	4.00	28.88	0.65	0.72	100.00	0.01	Grama; Saibro
020-002	CONV-054	CONV-055	5.20	7.00	36.40	0.65	0.70	100.00	0.01	Grama
020-003	CONV-055	CONV-013	5.14	8.00	41.12	0.65	0.70	100.00	0.01	Grama
019-001	CONV-050	CONV-051	5.30	4.00	21.20	0.65	0.70	100.00	0.01	Cimento; Grama
019-002	CONV-051	CONV-052	5.30	5.00	26.50	0.65	0.70	100.00	0.01	Grama
019-003	CONV-052	CONV-011	6.20	6.00	37.20	0.65	0.71	100.00	0.01	Cimento; Grama
018-001	CONV-048	CONV-049	7.20	7.00	50.40	0.65	0.72	100.00	0.01	Grama
018-002	CONV-049	CONV-028	6.60	8.00	52.80	0.65	0.72	100.00	0.01	Grama
017-001	CONV-045	CONV-046	5.66	7.00	39.62	0.65	0.71	100.00	0.01	Cimento; Grama; Saibro
017-002	CONV-046	CONV-047	6.00	6.00	36.00	0.65	0.71	100.00	0.01	Grama
017-003	CONV-047	CONV-011	6.12	5.00	30.60	0.65	0.71	100.00	0.01	Cimento; Grama
016-001	CONV-044	CONV-037	4.89	6.00	29.34	0.65	0.70	100.00	0.01	Grama; Saibro
015-001	CONV-043	CONV-028	5.90	6.00	35.40	0.65	0.71	100.00	0.01	Grama; Saibro
014-001	CONV-042	CONV-030	5.70	4.00	22.80	0.65	0.71	100.00	0.01	Cimento; Grama; Saibro
013-001	CONV-036	CONV-037	6.00	10.00	60.00	0.65	0.71	100.00	0.01	Cimento; Saibro
013-002	CONV-037	CONV-038	7.00	12.00	84.00	0.65	0.72	100.00	0.01	Cimento; Grama
013-003	CONV-038	CONV-039	8.80	9.00	79.20	0.65	0.74	100.00	0.01	Cimento; Grama; Saibro
013-004	CONV-039	CONV-040	7.60	14.00	106.40	0.65	0.73	100.00	0.01	Cimento; Grama; Saibro
013-005	CONV-040	CONV-041	7.60	14.00	106.40	0.65	0.73	100.00	0.01	Cimento; Grama
013-006	CONV-041	CONV-010	6.90	10.00	69.00	0.65	0.72	100.00	0.01	Cimento; Grama
012-001	CONV-034	CONV-035	6.70	7.00	46.90	0.65	0.72	100.00	0.01	Cimento
012-002	CONV-035	CONV-008	6.80	6.00	40.80	0.65	0.72	100.00	0.01	Cimento
011-001	CONV-033	CONV-015	6.70	6.00	40.20	0.65	0.72	100.00	0.01	Grama
010-001	CONV-032	CONV-029	7.20	5.00	36.00	0.65	0.72	100.00	0.01	Saibro
009-001	CONV-027	CONV-028	5.00	6.00	30.00	0.65	0.70	100.00	0.01	Grama
009-002	CONV-028	CONV-029	7.34	8.00	58.72	0.65	0.72	100.00	0.01	Grama; Saibro
009-003	CONV-029	CONV-030	8.83	15.00	132.45	0.65	0.74	100.00	0.01	Cimento; Grama
009-004	CONV-030	CONV-031	7.15	11.00	78.65	0.65	0.72	100.00	0.01	Cimento; Grama
009-005	CONV-031	CONV-009	7.15	13.00	92.95	0.65	0.72	100.00	0.01	Cimento; Grama
008-001	CONV-025	CONV-026	6.98	12.00	83.76	0.65	0.72	100.00	0.01	Cimento; Grama; Saibro
008-002	CONV-026	CONV-010	7.60	11.00	83.60	0.65	0.73	100.00	0.01	Cimento; Grama; Saibro
007-001	CONV-022	CONV-023	4.97	4.00	19.88	0.65	0.70	100.00	0.01	Grama; Saibro
007-002	CONV-023	CONV-024	5.54	11.00	60.94	0.65	0.71	100.00	0.01	Cimento
007-003	CONV-024	CONV-009	7.36	10.00	73.60	0.65	0.72	100.00	0.01	Cimento
006-001	CONV-020	CONV-021	4.76	3.00	14.28	0.65	0.70	100.00	0.01	Grama
006-002	CONV-021	CONV-007	4.25	2.00	8.50	0.65	0.69	100.00	0.01	Grama
005-001	CONV-019	CONV-016	6.85	10.00	68.50	0.65	0.72	100.00	0.01	Cimento; Grama; Saibro
004-001	CONV-018	CONV-015	6.70	7.00	46.90	0.65	0.72	100.00	0.01	Cimento; Grama
003-001	CONV-017	CONV-014	8.43	6.00	50.58	0.65	0.73	100.00	0.01	Grama
002-001	CONV-012	CONV-013	5.85	7.00	40.95	0.65	0.71	100.00	0.01	Grama
002-002	CONV-013	CONV-014	7.00	7.00	49.00	0.65	0.72	100.00	0.01	Cimento; Grama
002-003	CONV-014	CONV-015	7.45	7.00	52.15	0.65	0.72	100.00	0.01	Cimento; Grama
002-004	CONV-015	CONV-016	7.10	14.00	99.40	0.65	0.72	100.00	0.01	Cimento; Grama; Saibro
002-005	CONV-016	CONV-008	7.43	8.00	59.44	0.65	0.72	100.00	0.01	Cimento
001-001	CONV-001	CONV-002	4.73	6.00	28.38	0.65	0.70	100.00	0.01	Grama
001-002	CONV-002	CONV-003	4.35	3.00	13.05	0.65	0.69	100.00	0.01	Grama
001-003	CONV-003	CONV-004	3.90	3.00	11.70	0.65	0.69	100.00	0.01	Grama
001-004	CONV-004	CONV-005	3.00	1.00	3.00	0.65	0.68	100.00	0.01	Grama
001-005	CONV-005	CONV-006	5.30	5.00	26.50	0.65	0.70	100.00	0.01	Cimento
001-006	CONV-006	CONV-007	4.00	9.00	36.00	0.65	0.69	100.00	0.01	Cimento; Grama; Saibro
001-007	CONV-007	CONV-008	6.00	6.00	36.00	0.65	0.71	100.00	0.01	Cimento; Grama
001-008	CONV-008	CONV-009	6.37	10.00	63.70	0.65	0.71	100.00	0.01	Cimento
001-009	CONV-009	CONV-010	6.00	8.00	48.00	0.65	0.71	100.00	0.01	Cimento
001-010	CONV-010	CONV-011	5.57	8.00	44.56	0.65	0.71	100.00	0.01	Cimento; Grama; Saibro
001-011	CONV-011	FIM								



PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO - SISTEMA CONDOMINIAL - CENÁRIO 2																							
Coletor	Poço de Visita		Comprimento	Cota do Terreno		Cota do Coletor		Profundidade		Diâmetro	Declividade	Vazão (l/s)				Velocidade			Tensão Trativa	Lâmina		Obs	Pavimentação
	Montante	Jusante		Montante	Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante			Conc. Inicial	Conc. Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Crítica		Inicial	Final		
006-001	COND-022	COND-006	109.00	30.71	30.33	29.71	29.16	1.00	1.16	100.00	0.01	0.13	0.14	0.18	0.20	0.54	0.54	2.71	1.04	0.39	0.39	DG 0.302	Saibro
005-001	COND-021	COND-019	98.00	30.76	30.64	29.76	29.27	1.00	1.37	100.00	0.01	0.11	0.12	0.16	0.17	0.54	0.54	2.71	1.04	0.39	0.39	TQ 1.677	Saibro
004-001	COND-014	COND-015	109.00	30.52	30.19	29.52	28.98	1.00	1.21	100.00	0.01	0.08	0.09	0.14	0.15	0.54	0.54	2.71	1.04	0.39	0.39		Saibro
004-002	COND-015	COND-016	119.00	30.19	30.20	28.98	28.38	1.21	1.82	100.00	0.01	0.23	0.26	0.42	0.47	0.54	0.54	2.71	1.04	0.39	0.39		Saibro
004-003	COND-016	COND-017	45.00	30.20	30.09	28.38	28.16	1.82	1.93	100.00	0.01	0.00	0.00	0.45	0.49	0.54	0.54	2.71	1.04	0.39	0.39		Saibro
004-004	COND-017	COND-018	50.00	30.09	30.41	28.16	27.91	1.93	2.51	100.00	0.01	0.18	0.21	0.65	0.72	0.54	0.54	2.71	1.04	0.39	0.39		Saibro
004-005	COND-018	COND-019	62.00	30.41	30.64	27.91	27.60	2.51	3.05	100.00	0.01	0.11	0.13	0.80	0.88	0.54	0.54	2.71	1.04	0.39	0.39		Saibro
004-006	COND-019	COND-020	29.00	30.64	29.00	27.60	27.45	3.05	1.55	100.00	0.01	0.00	0.00	0.97	1.07	0.54	0.54	2.71	1.04	0.39	0.39		Saibro
004-007	COND-020	COND-009	43.00	29.00	28.89	27.45	27.24	1.55	1.65	100.00	0.01	0.14	0.16	1.13	1.25	0.54	0.54	2.71	1.04	0.39	0.39	DG 0.050	Saibro
003-001	COND-013	COND-003	109.00	31.50	31.13	30.50	29.96	1.00	1.18	100.00	0.01	0.31	0.35	0.36	0.41	0.54	0.54	2.71	1.04	0.39	0.39	DG 0.209	Saibro
002-001	COND-010	COND-011	93.00	30.18	29.86	29.18	28.71	1.00	1.15	100.00	0.01	0.18	0.20	0.22	0.25	0.54	0.54	2.71	1.04	0.39	0.39		Saibro
002-002	COND-011	COND-012	89.00	29.86	29.36	28.71	28.27	1.15	1.09	100.00	0.01	0.09	0.11	0.36	0.40	0.54	0.54	2.71	1.04	0.39	0.39		Saibro
002-003	COND-012	COND-008	94.00	29.36	29.01	28.27	27.80	1.09	1.21	100.00	0.01	0.18	0.20	0.59	0.65	0.54	0.54	2.71	1.04	0.39	0.39		Saibro
001-001	COND-001	COND-002	109.00	31.73	31.44	30.73	30.19	1.00	1.25	100.00	0.01	0.14	0.16	0.19	0.21	0.54	0.54	2.71	1.04	0.39	0.39		Pavimento intertravado
001-002	COND-002	COND-003	88.00	31.44	31.13	30.19	29.75	1.25	1.39	100.00	0.01	0.09	0.10	0.33	0.36	0.54	0.54	2.71	1.04	0.39	0.39		Saibro
001-003	COND-003	COND-004	88.00	31.13	30.49	29.75	29.31	1.39	1.18	100.00	0.01	0.13	0.14	0.86	0.95	0.54	0.54	2.71	1.04	0.39	0.39		Saibro
001-004	COND-004	COND-005	46.00	30.49	30.22	29.31	29.08	1.18	1.14	100.00	0.01	0.15	0.16	1.03	1.14	0.54	0.54	2.71	1.04	0.39	0.39		Saibro
001-005	COND-005	COND-006	43.00	30.22	30.33	29.08	28.86	1.14	1.47	100.00	0.01	0.13	0.15	1.18	1.31	0.54	0.54	2.71	1.04	0.39	0.39		Saibro
001-006	COND-006	COND-007	93.00	30.33	30.50	28.86	28.43	1.47	2.07	100.00	0.00	0.35	0.39	1.76	1.95	0.54	0.56	2.88	1.05	0.43	0.46		Saibro
001-007	COND-007	COND-008	115.00	30.50	29.01	28.43	27.93	2.07	1.08	100.00	0.00	0.19	0.22	2.01	2.22	0.55	0.56	2.97	1.05	0.47	0.50	DG 0.132	Saibro
001-008	COND-008	COND-009	84.00	29.01	28.89	27.80	27.49	1.21	1.40	100.00	0.00	0.11	0.12	2.74	3.03	0.56	0.57	3.18	1.03	0.60	0.64	DG 0.302	Saibro
001-009	COND-009	FIM	19.00	28.89	28.68	27.19	27.13	1.70	1.55	150.00	0.00	0.15	0.16	4.03	4.45	0.48	0.49	3.64	1.12	0.50	0.53	FIM	Saibro













PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO - COLETORES PREDIAIS - CENÁRIO 2											
Trecos e PVs do Sistema Convencional			Comprimento médio do coletor predial	Nº de Ligações/trecho	Comprimento total de coletores na quadra	Profundidade		Diâmetro	Declividade	Pavimentação	
Trecho	Poço de Visita					Montante	Jusante				
	Montante	Jusante									
023-001	CONV-063	CONV-064	8.40	5.00	42.00	0.65	0.73	100.00	0.010	Cimento; Grama	
023-002	CONV-064	CONV-065	8.50	6.00	51.00	0.65	0.74	100.00	0.010	Grama; Saibro	
023-003	CONV-065	CONV-024	7.30	5.00	36.50	0.65	0.72	100.00	0.010	Grama; Saibro	
022-001	CONV-059	CONV-060	7.50	5.00	37.50	0.65	0.73	100.00	0.010	Grama; Saibro	
022-002	CONV-060	CONV-061	6.30	7.00	44.10	0.65	0.71	100.00	0.010	Cimento; Grama	
022-003	CONV-061	CONV-062	7.20	4.00	28.80	0.65	0.72	100.00	0.010	Cimento; Grama	
022-004	CONV-062	CONV-027	6.12	6.00	36.72	0.65	0.71	100.00	0.010	Cimento; Grama; Saibro	
021-001	CONV-058	CONV-011	6.70	9.00	60.30	0.65	0.72	100.00	0.010	Cimento; Grama; Saibro	
020-001	CONV-057	CONV-027	6.50	9.00	58.50	0.65	0.72	100.00	0.010	Cimento; Grama; Saibro	
019-001	CONV-056	CONV-046	6.00	12.00	72.00	0.65	0.71	100.00	0.010	Grama; Saibro	
018-001	CONV-054	CONV-055	7.90	11.00	86.90	0.65	0.73	100.00	0.010	Cimento; Grama; Saibro	
018-002	CONV-055	CONV-031	7.70	4.00	30.80	0.65	0.73	100.00	0.010	Cimento; Grama	
017-001	CONV-052	CONV-053	4.60	5.00	23.00	0.65	0.70	100.00	0.010	Grama	
016-001	CONV-049	CONV-050	5.60	14.00	78.40	0.65	0.71	100.00	0.010	Grama; Saibro	
015-001	CONV-048	CONV-046	6.20	6.00	37.20	0.65	0.71	100.00	0.010	Grama; Saibro	
014-001	CONV-043	CONV-044	4.74	4.00	18.96	0.65	0.70	100.00	0.010	Cimento; Grama	
014-002	CONV-044	CONV-045	7.00	6.00	42.00	0.65	0.72	100.00	0.010	Grama; Saibro	
014-003	CONV-045	CONV-046	7.40	4.00	29.60	0.65	0.72	100.00	0.010	Grama; Saibro	
014-004	CONV-046	CONV-047	6.50	4.00	26.00	0.65	0.72	100.00	0.010	Grama	
014-005	CONV-047	CONV-013	7.40	7.00	51.80	0.65	0.72	100.00	0.010	Grama; Saibro	
013-001	CONV-042	CONV-028	6.50	8.00	52.00	0.65	0.72	100.00	0.010	Cimento; Grama; Saibro	
012-001	CONV-041	CONV-029	5.00	11.00	55.00	0.65	0.70	100.00	0.010	Cimento; Grama; Saibro	
011-001	CONV-039	CONV-040	6.40	8.00	51.20	0.65	0.71	100.00	0.010	Piso intertravado; Cimento; Grama	
011-002	CONV-040	CONV-028	7.50	9.00	67.50	0.65	0.73	100.00	0.010	Cimento; Grama; Saibro	
010-001	CONV-035	CONV-036	5.20	6.00	31.20	0.65	0.70	100.00	0.010	Grama; Saibro	
009-001	CONV-030	CONV-031	5.70	5.00	28.50	0.65	0.71	100.00	0.010	Cimento; Grama; Saibro	
009-002	CONV-031	CONV-032	5.60	1.00	5.60	0.65	0.71	100.00	0.010	Cimento	
009-003	CONV-032	CONV-033	7.40	2.00	14.80	0.65	0.72	100.00	0.010	Cimento	
009-004	CONV-033	CONV-034	0.00	0.00	0.00	0.65	0.00	100.00	0.010	--	
009-005	CONV-034		10.80	1.00	10.80	0.65	0.76	100.00	0.010	--	
009-006	CONV-053	CONV-050	7.53	6.00	45.18	0.65	0.73	100.00	0.010	Cimento	
009-007	CONV-050	CONV-051	4.80	2.00	9.60	0.65	0.70	100.00	0.010	Grama	
009-008	CONV-051	CONV-036	4.80	3.00	14.40	0.65	0.70	100.00	0.010	Grama	
009-009	CONV-036	CONV-037	4.27	6.00	25.62	0.65	0.69	100.00	0.010	Grama	
009-010	CONV-037	CONV-038	6.67	3.00	20.01	0.65	0.72	100.00	0.010	Grama	
009-011	CONV-038	CONV-013	6.10	4.00	24.40	0.65	0.71	100.00	0.000	Saibro	
008-001	CONV-026	CONV-027	7.76	11.00	85.36	0.65	0.73	100.00	0.000	Grama; Saibro	
008-002	CONV-027	CONV-028	8.50	11.00	93.50	0.65	0.74	100.00	0.010	Cimento; Grama; Saibro	
008-003	CONV-028	CONV-029	5.90	11.00	64.90	0.65	0.71	100.00	0.010	Cimento; Grama; Saibro	
008-004	CONV-029	CONV-012	7.60	12.00	91.20	0.65	0.73	100.00	0.010	Cimento; Grama; Saibro	
007-001	CONV-025	CONV-024	6.00	11.00	66.00	0.65	0.71	100.00	0.010	Grama; Saibro	
006-001	CONV-023	CONV-024	6.60	6.00	39.60	0.65	0.72	100.00	0.010	Cimento; Grama; Saibro	
006-002	CONV-024	CONV-021	7.50	12.00	90.00	0.65	0.73	100.00	0.010	Grama	
005-001	CONV-020	CONV-021	7.40	6.00	44.40	0.65	0.72	100.00	0.010	Cimento; Grama	
005-002	CONV-021	CONV-022	5.60	6.00	33.60	0.65	0.71	100.00	0.010	Cimento; Grama	
005-003	CONV-022	CONV-010	5.70	9.00	51.30	0.65	0.71	100.00	0.010	Cimento; Grama; Saibro	
004-001	CONV-019	CONV-006	6.46	4.00	25.84	0.65	0.71	100.00	0.010	Cimento; Grama; Saibro	
003-001	CONV-018	CONV-007	8.20	9.00	73.80	0.65	0.73	100.00	0.010	Cimento; Grama; Saibro	
002-001	CONV-014	CONV-015	8.40	7.00	58.80	0.65	0.73	100.00	0.010	Cimento; Grama; Saibro	
002-002	CONV-015	CONV-016	8.40	5.00	42.00	0.65	0.73	100.00	0.010	Cimento; Grama; Saibro	
002-003	CONV-016	CONV-017	6.00	6.00	36.00	0.65	0.71	100.00	0.010	Cimento; Grama; Saibro	
002-004	CONV-017	CONV-009	6.00	4.00	24.00	0.65	0.71	100.00	0.010	Cimento; Grama; Saibro	
001-001	CONV-001	CONV-002	7.09	7.00	49.63	0.65	0.72	100.00	0.010	Grama; Saibro	
001-002	CONV-002	CONV-003	5.18	3.00	15.54	0.65	0.70	100.00	0.010	Cimento; Grama; Saibro	
001-003	CONV-003	CONV-004	6.65	3.00	19.95	0.65	0.72	100.00	0.010	Grama; Saibro	
001-004	CONV-004	CONV-005	7.14	6.00	42.84	0.65	0.72	100.00	0.010	Grama; Saibro	
001-005	CONV-005	CONV-006	8.24	10.00	82.40	0.65	0.73	100.00	0.010	Cimento; Grama; Saibro	
001-006	CONV-006	CONV-007	6.84	11.00	75.24	0.65	0.72	100.00	0.010	Piso intertravado; Cimento; Grama	
001-007	CONV-007	CONV-008	6.09	9.00	54.81	0.65	0.71	100.00	0.010	Piso intertravado; Cimento; Grama	
001-008	CONV-008	CONV-009	5.82	10.00	58.20	0.65	0.71	100.00	0.010	Cimento; Grama	
001-009	CONV-009	CONV-010	5.03	5.00	25.15	0.65	0.70	100.00	0.010	Cimento; Grama	
001-010	CONV-010	CONV-011	7.20	4.00	28.80	0.65	0.72	100.00	0.010	Cimento; Grama; Saibro	
001-011	CONV-011	CONV-012	7.84	3.00	23.52	0.65	0.73	100.00	0.010	Cimento; Grama; Saibro	
001-012	CONV-012	CONV-013	7.20	5.00	36.00	0.65	0.72	100.00	0.010	Grama	
001-013	CONV-013	FIM									

## **APÊNDICE C – ORÇAMENTO**

ORÇAMENTO - SISTEMA CONVENCIONAL - CENÁRIO 1						
REFERÊNCIA	ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO	
					UNITÁRIO	TOTAL
	<b>1</b>	<b>REDE COLETORA DE ESGOTO</b>				
	<b>1.1</b>	<b>TUBULAÇÃO</b>				
SINAPI - ASTU - 0048	1.1.1	TUBO DE PVC PARA REDE COLETORA DE ESGOTO DE PAREDE MACIÇA, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL ALTO DE INTERFERÊNCIAS - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO. AF_06/2015	m	5493.00	R\$ 24.85	R\$ 136,501.05
		<b>Total de TUBULAÇÃO</b>	<b>m</b>	<b>5493.00</b>	<b>R\$ 24.85</b>	<b>R\$ 136,501.05</b>
	<b>1.2</b>	<b>REMOÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO</b>				
SEINFRA - C3064	1.2.1	DEMOLIÇÃO E REMOÇÃO DE PAVIMENTO EM PARALELEPÍPEDO E POLIÉDRICO	m²	1210.30	R\$ 6.61	R\$ 8,000.08
SEINFRA - C2940	1.2.2	RETIRADA DE PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO OU PEDRA TOSCA	m²	1835.40	R\$ 7.93	R\$ 14,554.72
SINAPI - SERP - 0014	1.2.3	DEMOLIÇÃO DE PAVIMENTO INTERTRAVADO, DE FORMA MANUAL, COM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	m²	215.65	R\$ 10.53	R\$ 2,270.79
		<b>Total de REMOÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO</b>	<b>m²</b>	<b>3261.35</b>	<b>R\$ 25.07</b>	<b>R\$ 24,825.60</b>
	<b>1.3</b>	<b>ESCAVAÇÃO</b>				
SINAPI - MOVT - 0019	1.3.1	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM ESCAVADEIRA OU RETROESCAVADEIRA HIDRÁULICA, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015	m³	3514.41	R\$ 8.26	R\$ 29,025.86
		<b>Total de ESCAVAÇÃO</b>	<b>m³</b>	<b>3514.41</b>	<b>R\$ 8.26</b>	<b>R\$ 29,025.86</b>
	<b>1.4</b>	<b>REATERRO COMPACTADO DA REDE COLETORA</b>				
SINAPI - MOVT - 0021	1.4.1	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM ESCAVADEIRA OU RETROESCAVADEIRA HIDRÁULICA, COM SOLO DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	m³	1347.66	R\$ 11.27	R\$ 15,193.07
SINAPI - MOVT - 0021	1.4.2	REATERRO MANUAL DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MECANIZADA OU APOLOADO COM SOQUETE. AF_04/2016	m³	2166.22	R\$ 30.88	R\$ 66,892.99
		<b>Total de REATERRO COMPACTADO DA REDE COLETORA</b>	<b>m³</b>	<b>3513.89</b>	<b>R\$ 42.15</b>	<b>R\$ 82,086.06</b>
	<b>1.5</b>	<b>ESCORAMENTO DA REDE COLETORA</b>				
SINAPI - ESCO - 0023	1.5.1	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTALETEAMENTO OU DESCONTÍNUO, EM LOCAL COM NÍVEL ALTO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	m²	617.16	R\$ 21.04	R\$ 12,984.79
		<b>Total de ESCORAMENTO DA REDE COLETORA</b>	<b>m²</b>	<b>617.16</b>	<b>R\$ 21.04</b>	<b>R\$ 12,984.79</b>
	<b>1.6</b>	<b>REPAVIMENTAÇÃO</b>				
SINAPI - PAVI - 0057	1.6.1	REASSENTAMENTO DE PARALELEPIPEDO SOBRE COLCHAO DE PO DE PEDRA ESPESSURA 10CM, REJUNTADO COM BETUME E PEDRISCO OU ARGAMASSA TRACO 1:3 (CIMENTO E AREIA), CONSIDERANDO APROVEITAMENTO DO PARALELEPIPEDO	m²	1210.30	R\$ 43.98	R\$ 53,228.99
SEINFRA - C2895	1.6.2	PAVIMENTAÇÃO EM PEDRA TOSCA C/ REJUNTAMENTO (AGREGADO ADQUIRIDO)	m²	1835.40	R\$ 47.75	R\$ 87,640.35
SINAPI - PAVI - 0054	1.6.3	PAVIMENTAÇÃO - BLOCOS DE CONCRETO INTERTRAVADOS COM BLOCO PISOGRAMA OU SEXTAVADO. AF_12/2015	m²	215.65	R\$ 46.10	R\$ 9,942.33
		<b>Total de PAVIMENTAÇÃO</b>	<b>m²</b>	<b>3261.35</b>	<b>R\$ 137.83</b>	<b>R\$ 150,811.67</b>
	<b>1.7</b>	<b>DISPOSITIVOS ESPECIAIS E ESTRUTURAS ACESSÓRIAS</b>				
SINAPI - DROP - 0036	1.7.1	POÇO DE VISITA CIRCULAR PARA ESGOTO, EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, DIÂMETRO INTERNO = 1,2 M, INCLUINDO TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO, DIÂMETRO DE 60 CM. AF_04/2018	un.	43.00	R\$ 3,744.26	R\$ 161,003.09
SINAPI - COMPOSIÇÃO	1.7.2	FORNECIMENTO E EXECUÇÃO DE TERMINAL DE LIMPEZA, PROFUNDIDADE ATÉ 2,0 METROS. AF 09/2014	un.	24.00	R\$ 1,908.86	R\$ 45,812.64
		<b>Total de DISPOSITIVOS ESPECIAIS E ESTRUTURAS ACESSÓRIAS</b>	<b>un.</b>	<b>67.00</b>	<b>R\$ 5,653.12</b>	<b>R\$ 206,815.73</b>
<b>Total de REDE COLETORA DE ESGOTO</b>					<b>R\$ 643,050.76</b>	
	<b>2</b>	<b>COLETORES PREDIAIS</b>				
	<b>2.1</b>	<b>TUBULAÇÃO</b>				
SINAPI - ASTU - 0048	2.1.1	TUBO DE PVC PARA REDE COLETORA DE ESGOTO DE PAREDE MACIÇA, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL ALTO DE INTERFERÊNCIAS - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO. AF_06/2015	m	3051.31	R\$ 24.85	R\$ 75,825.05
		<b>Total de TUBULAÇÃO</b>	<b>m</b>	<b>3051.31</b>	<b>R\$ 24.85</b>	<b>R\$ 75,825.05</b>
	<b>2.2</b>	<b>REMOÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO</b>				
SEINFRA - C2941	2.2.1	RETIRADA DE PAVIMENTAÇÃO EM PASSEIO CIMENTADO	m²	1253.81	R\$ 13.21	R\$ 16,562.83
SEINFRA - C2102	2.2.2	RASPAGEM E LIMPEZA DO TERRENO	m²	36.54	R\$ 3.30	R\$ 120.68
		<b>Total de REMOÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO</b>	<b>m²</b>	<b>1290.35</b>	<b>R\$ 16.51</b>	<b>R\$ 16,683.51</b>
	<b>2.3</b>	<b>ESCAVAÇÃO</b>				
SINAPI - MOVT - 0019	2.3.1	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA. AF_03/2016	m³	1123.52	R\$ 62.26	R\$ 69,950.24
		<b>Total de ESCAVAÇÃO</b>	<b>m³</b>	<b>1123.52</b>	<b>R\$ 62.26</b>	<b>R\$ 69,950.24</b>
	<b>2.4</b>	<b>REATERRO COMPACTADO DA REDE COLETORA</b>				
SINAPI - MOVT - 0021	2.4.1	REATERRO MANUAL DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MECANIZADA OU APOLOADO COM SOQUETE. AF_04/2016	m³	1123.00	R\$ 30.88	R\$ 34,678.23
		<b>Total de REATERRO COMPACTADO DA REDE COLETORA</b>	<b>m³</b>	<b>1123.00</b>	<b>R\$ 30.88</b>	<b>R\$ 34,678.23</b>
	<b>2.5</b>	<b>REPAVIMENTAÇÃO</b>				
SINAPI - PISO - 0115	2.5.1	PISO CIMENTADO, TRAÇO 1:3 (CIMENTO E AREIA), ACABAMENTO LISO OU RÚSTICO, PREPARO MECÂNICO DA ARGAMASSA. AF_06/2018	m²	1253.81	R\$ 29.37	R\$ 36,821.27
		<b>Total de PAVIMENTAÇÃO</b>	<b>m²</b>	<b>1253.81</b>	<b>R\$ 29.37</b>	<b>R\$ 36,821.27</b>
	<b>2.6</b>	<b>DISPOSITIVOS ESPECIAIS E ESTRUTURAS ACESSÓRIAS</b>				
SINAPI - INHI - 0181	2.6.1	CAIXA DE INSPEÇÃO EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO DN 60CM COM TAMPA H= 60CM - FORNECIMENTO E INSTALACAO	un.	467.00	R\$ 216.14	R\$ 100,937.38
		<b>Total de DISPOSITIVOS ESPECIAIS E ESTRUTURAS ACESSÓRIAS</b>	<b>un.</b>	<b>467.00</b>	<b>R\$ 216.14</b>	<b>R\$ 100,937.38</b>
<b>Total de COLETORES PREDIAIS</b>					<b>R\$ 334,895.68</b>	
<b>TOTAL DO SISTEMA CONVENCIONAL - CENÁRIO 1</b>					<b>R\$ 977,946.44</b>	

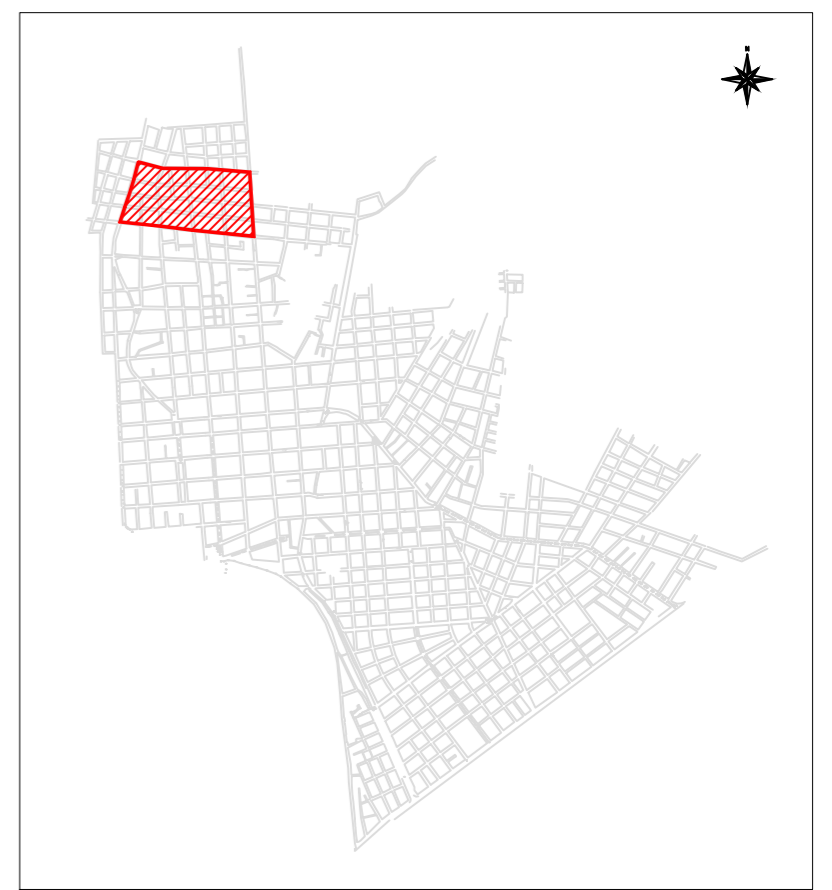
ORÇAMENTO - SISTEMA CONDOMINIAL - CENÁRIO 1						
REFERÊNCIA	ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO	
					UNITÁRIO	TOTAL
	<b>1</b>	<b>REDE COLETORA DE ESGOTO</b>				
	<b>1.1</b>	<b>TUBULAÇÃO</b>				
SINAPI - ASTU - 0048	1.1.1	TUBO DE PVC PARA REDE COLETORA DE ESGOTO DE PAREDE MACIÇA, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL ALTO DE INTERFERÊNCIAS - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO. AF_06/2015	m	1639.00	R\$ 24.85	R\$ 40,729.15
		<b>Total de TUBULAÇÃO</b>	<b>m</b>	<b>1639.00</b>	<b>R\$ 24.85</b>	<b>R\$ 40,729.15</b>
	<b>1.2</b>	<b>REMOÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO</b>				
SEINFRA - C3064	1.2.1	DEMOLIÇÃO E REMOÇÃO DE PAVIMENTO EM PARALELEPÍEDO E POLIÉDRICO	m²	275.50	R\$ 6.61	R\$ 1,821.06
SEINFRA - C2940	1.2.2	RETIRADA DE PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍEDO OU PEDRA TOSCA	m²	714.40	R\$ 7.93	R\$ 5,665.19
		<b>Total de REMOÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO</b>	<b>m²</b>	<b>989.90</b>	<b>R\$ 14.54</b>	<b>R\$ 7,486.25</b>
	<b>1.3</b>	<b>ESCAVAÇÃO</b>				
SINAPI - MOVT - 0019	1.3.1	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM ESCAVADEIRA OU RETROESCAVADEIRA HIDRÁULICA, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015	m³	1191.59	R\$ 8.26	R\$ 9,841.44
		<b>Total de ESCAVAÇÃO</b>	<b>m³</b>	<b>1191.59</b>	<b>R\$ 8.26</b>	<b>R\$ 9,841.44</b>
	<b>1.4</b>	<b>REATERRO COMPACTADO DA REDE COLETORA</b>				
SINAPI - MOVT - 0021	1.4.1	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM ESCAVADEIRA OU RETROESCAVADEIRA HIDRÁULICA, COM SOLO DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	m³	528.02	R\$ 11.27	R\$ 5,952.69
SINAPI - MOVT - 0021	1.4.2	REATERRO MANUAL DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MECANIZADA OU APILOADO COM SOQUETE. AF_04/2016	m³	663.41	R\$ 30.88	R\$ 20,486.19
		<b>Total de REATERRO COMPACTADO DA REDE COLETORA</b>	<b>m³</b>	<b>1191.43</b>	<b>R\$ 42.15</b>	<b>R\$ 26,438.88</b>
	<b>1.5</b>	<b>ESCORAMENTO DA REDE COLETORA</b>				
SINAPI - ESCO - 0023	1.5.1	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTEAMENTO OU DESCONTÍNUO, EM LOCAL COM NÍVEL ALTO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	m²	420.21	R\$ 21.04	R\$ 8,841.04
		<b>Total de ESCORAMENTO DA REDE COLETORA</b>	<b>m²</b>	<b>420.21</b>	<b>R\$ 21.04</b>	<b>R\$ 8,841.04</b>
	<b>1.6</b>	<b>REPAVIMENTAÇÃO</b>				
SINAPI - PAVI - 0057	1.6.1	REASSENTAMENTO DE PARALELEPIPEDO SOBRE COLCHAO DE PO DE PEDRA ESPESURA 10CM, REJUNTADO COM BETUME E PEDRISCO OU ARGAMASSA TRACO 1:3 (CIMENTO E AREIA), CONSIDERANDO APROVEITAMENTO DO PARALELEPIPEDO	m²	275.50	R\$ 43.98	R\$ 12,116.49
SEINFRA - C2895	1.6.2	PAVIMENTAÇÃO EM PEDRA TOSCA C/ REJUNTAMENTO (AGREGADO ADQUIRIDO)	m²	714.40	R\$ 47.75	R\$ 34,112.60
		<b>Total de PAVIMENTAÇÃO</b>	<b>m²</b>	<b>989.90</b>	<b>R\$ 91.73</b>	<b>R\$ 46,229.09</b>
	<b>1.7</b>	<b>DISPOSITIVOS ESPECIAIS E ESTRUTURAS ACESSÓRIAS</b>				
SINAPI - DROP - 0036	1.7.1	POÇO DE VISITA CIRCULAR PARA ESGOTO, EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, DIÂMETRO INTERNO = 1,2 M, INCLUINDO TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO, DIÂMETRO DE 60 CM. AF_04/2018	un.	17.00	R\$ 3,744.26	R\$ 63,652.39
SINAPI - COMPOSIÇÃO	1.7.2	FORNECIMENTO E EXECUÇÃO DE TERMINAL DE LIMPEZA, PROFUNDIDADE ATÉ 2,0 METROS. AF_09/2014	un.	3.00	R\$ 1,908.86	R\$ 5,726.58
		<b>Total de DISPOSITIVOS ESPECIAIS E ESTRUTURAS ACESSÓRIAS</b>	<b>un.</b>	<b>20.00</b>	<b>R\$ 5,653.12</b>	<b>R\$ 69,378.97</b>
<b>Total de REDE COLETORA DE ESGOTO</b>					<b>R\$ 208,944.81</b>	
	<b>2</b>	<b>RAMAIS CONDOMINIAIS</b>				
	<b>2.1</b>	<b>TUBULAÇÃO</b>				
SINAPI - ASTU - 0048	2.1.1	TUBO DE PVC PARA REDE COLETORA DE ESGOTO DE PAREDE MACIÇA, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL ALTO DE INTERFERÊNCIAS - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO. AF_06/2015	m	6412.00	R\$ 24.85	R\$ 159,338.20
		<b>Total de TUBULAÇÃO</b>	<b>m</b>	<b>6412.00</b>	<b>R\$ 24.85</b>	<b>R\$ 159,338.20</b>
	<b>2.2</b>	<b>REMOÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO</b>				
SEINFRA - C3064	2.2.1	DEMOLIÇÃO E REMOÇÃO DE PAVIMENTO EM PARALELEPÍEDO E POLIÉDRICO	m²	82.65	R\$ 6.61	R\$ 546.32
SEINFRA - C2940	2.2.2	RETIRADA DE PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍEDO OU PEDRA TOSCA	m²	38.95	R\$ 7.93	R\$ 308.87
SEINFRA - C2941	2.2.3	RETIRADA DE PAVIMENTAÇÃO EM PASSEIO CIMENTADO	m²	663.10	R\$ 13.21	R\$ 8,759.55
SEINFRA - C2102	2.2.4	RASPAGEM E LIMPEZA DO TERRENO	m²	3504.80	R\$ 3.30	R\$ 11,576.35
		<b>Total de REMOÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO</b>	<b>m²</b>	<b>4289.50</b>	<b>R\$ 31.05</b>	<b>R\$ 21,191.10</b>
	<b>2.3</b>	<b>ESCAVAÇÃO</b>				
SINAPI - MOVT - 0019	2.3.1	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA. AF_03/2016	m³	2142.66	R\$ 62.26	R\$ 133,402.22
		<b>Total de ESCAVAÇÃO</b>	<b>m³</b>	<b>2142.66</b>	<b>R\$ 62.26</b>	<b>R\$ 133,402.22</b>
	<b>2.4</b>	<b>REATERRO COMPACTADO DA REDE COLETORA</b>				
SINAPI - MOVT - 0021	2.4.1	REATERRO MANUAL DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MECANIZADA OU APILOADO COM SOQUETE. AF_04/2016	m³	2138.53	R\$ 30.88	R\$ 66,037.87
		<b>Total de REATERRO COMPACTADO DA REDE COLETORA</b>	<b>m³</b>	<b>2138.53</b>	<b>R\$ 30.88</b>	<b>R\$ 66,037.87</b>
	<b>2.5</b>	<b>REPAVIMENTAÇÃO</b>				
SINAPI - PAVI - 0057	1.6.1	REASSENTAMENTO DE PARALELEPIPEDO SOBRE COLCHAO DE PO DE PEDRA ESPESURA 10CM, REJUNTADO COM BETUME E PEDRISCO OU ARGAMASSA TRACO 1:3 (CIMENTO E AREIA), CONSIDERANDO APROVEITAMENTO DO PARALELEPIPEDO	m²	82.65	R\$ 43.98	R\$ 3,634.95
SEINFRA - C2895	1.6.2	PAVIMENTAÇÃO EM PEDRA TOSCA C/ REJUNTAMENTO (AGREGADO ADQUIRIDO)	m²	38.95	R\$ 47.75	R\$ 1,859.86
SINAPI - PISO - 0115	2.5.2	PISO CIMENTADO, TRAÇO 1:3 (CIMENTO E AREIA), ACABAMENTO LISO OU RÚSTICO, PREPARO MECÂNICO DA ARGAMASSA. AF_06/2018	m²	663.10	R\$ 29.37	R\$ 19,473.59
		<b>Total de PAVIMENTAÇÃO</b>	<b>m²</b>	<b>784.70</b>	<b>R\$ 121.10</b>	<b>R\$ 24,968.40</b>
	<b>2.6</b>	<b>DISPOSITIVOS ESPECIAIS E ESTRUTURAS ACESSÓRIAS</b>				
SINAPI - INHI - 0181	2.6.1	CAIXA DE INSPEÇÃO EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO DN 60CM COM TAMPA H= 60CM - FORNECIMENTO E INSTALACAO	un.	526.00	R\$ 216.14	R\$ 113,689.64
		<b>Total de DISPOSITIVOS ESPECIAIS E ESTRUTURAS ACESSÓRIAS</b>	<b>un.</b>	<b>526.00</b>	<b>R\$ 216.14</b>	<b>R\$ 113,689.64</b>
<b>Total de RAMAIS CONDOMINIAIS</b>					<b>R\$ 518,627.43</b>	
<b>TOTAL DO SISTEMA CONVENCIONAL - CENÁRIO 1</b>					<b>R\$ 727,572.24</b>	



ORÇAMENTO - SISTEMA CONVENCIONAL - CENÁRIO 2						
REFERÊNCIA	ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO	
					UNITÁRIO	TOTAL
	<b>1</b>	<b>REDE COLETORA DE ESGOTO</b>				
	<b>1.1</b>	<b>TUBULAÇÃO</b>				
SINAPI - ASTU - 0048	1.1.1	TUBO DE PVC PARA REDE COLETORA DE ESGOTO DE PAREDE MACIÇA, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL ALTO DE INTERFERÊNCIAS - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO. AF_06/2015	m	5283.00	R\$ 24.85	R\$ 131,282.55
SINAPI - ASTU - 0048	1.1.2	TUBO DE PVC PARA REDE COLETORA DE ESGOTO DE PAREDE MACIÇA, DN 150 MM, JUNTA ELÁSTICA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL ALTO DE INTERFERÊNCIAS - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO. AF_06/2015	m	19.00	R\$ 49.25	R\$ 935.75
		<b>Total de TUBULAÇÃO</b>	<b>m</b>	<b>5302.00</b>	<b>R\$ 74.10</b>	<b>R\$ 132,218.30</b>
	<b>1.2</b>	<b>REMOÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO</b>				
SEINFRA - C3064	1.2.1	DEMOLIÇÃO E REMOÇÃO DE PAVIMENTO EM PARALELEPIPEDO E POLIÉDRICO	m²	354.60	R\$ 6.61	R\$ 2,343.91
SINAPI - SERP - 0014	1.2.3	DEMOLIÇÃO DE PAVIMENTO INTERTRAVADO, DE FORMA MANUAL, COM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	m²	474.95	R\$ 10.53	R\$ 5,001.22
		<b>Total de REMOÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO</b>	<b>m²</b>	<b>829.55</b>	<b>R\$ 17.14</b>	<b>R\$ 7,345.13</b>
	<b>1.3</b>	<b>ESCAVAÇÃO</b>				
SINAPI - MOV T - 0019	1.3.1	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM ESCAVADEIRA OU RETROESCAVADEIRA HIDRÁULICA, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015	m³	8732.09	R\$ 8.26	R\$ 72,119.13
		<b>Total de ESCAVAÇÃO</b>	<b>m³</b>	<b>8732.09</b>	<b>R\$ 8.26</b>	<b>R\$ 72,119.13</b>
	<b>1.4</b>	<b>REATERRO COMPACTADO DA REDE COLETORA</b>				
SINAPI - MOV T - 0021	1.4.1	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM ESCAVADEIRA OU RETROESCAVADEIRA HIDRÁULICA, COM SOLO DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	m³	6353.83	R\$ 11.27	R\$ 71,630.80
SINAPI - MOV T - 0021	1.4.2	REATERRO MANUAL DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MECANIZADA OU APOIADO COM SOQUETE. AF_04/2016	m³	2377.74	R\$ 30.88	R\$ 73,424.52
		<b>Total de REATERRO COMPACTADO DA REDE COLETORA</b>	<b>m³</b>	<b>8731.57</b>	<b>R\$ 42.15</b>	<b>R\$ 145,055.33</b>
	<b>1.5</b>	<b>ESCORAMENTO DA REDE COLETORA</b>				
SINAPI - ESCO - 0023	1.5.1	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTALETEAMENTO OU DESCONTÍNUO, EM LOCAL COM NÍVEL ALTO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	m²	9387.91	R\$ 21.04	R\$ 197,517.81
		<b>Total de ESCORAMENTO DA REDE COLETORA</b>	<b>m²</b>	<b>9387.91</b>	<b>R\$ 21.04</b>	<b>R\$ 197,517.81</b>
	<b>1.6</b>	<b>REPAVIMENTAÇÃO</b>				
SINAPI - PAVI - 0057	1.6.1	REASSENTAMENTO DE PARALELEPIPEDO SOBRE COLCHAO DE PO DE PEDRA ESPESSURA 10CM, REJUNTADO COM BETUME E PEDRISCO OU ARGAMASSA TRACO 1:3 (CIMENTO E AREIA), CONSIDERANDO APROVEITAMENTO DO PARALELEPIPEDO	m²	354.60	R\$ 43.98	R\$ 15,595.31
SINAPI - PAVI - 0054	1.6.3	PAVIMENTAÇÃO - BLOCOS DE CONCRETO INTERTRAVADOS COM BLOCO PISOGRAMA OU SEXTAVADO. AF_12/2015	m²	474.95	R\$ 46.10	R\$ 21,897.09
		<b>Total de PAVIMENTAÇÃO</b>	<b>m²</b>	<b>829.55</b>	<b>R\$ 90.08</b>	<b>R\$ 37,492.40</b>
	<b>1.7</b>	<b>DISPOSITIVOS ESPECIAIS E ESTRUTURAS ACESSÓRIAS</b>				
SINAPI - DROP - 0036	1.7.1	POÇO DE VISITA CIRCULAR PARA ESGOTO, EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, DIÂMETRO INTERNO = 1,2 M, INCLUINDO TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO, DIÂMETRO DE 60 CM. AF_04/2018	un.	42.00	R\$ 3,744.26	R\$ 157,258.84
SINAPI - COMPOSIÇÃO	1.7.2	FORNECIMENTO E EXECUÇÃO DE TERMINAL DE LIMPEZA, PROFUNDIDADE ATÉ 2,0 METROS. AF_09/2014	un.	23.00	R\$ 1,908.86	R\$ 43,903.78
		<b>Total de DISPOSITIVOS ESPECIAIS E ESTRUTURAS ACESSÓRIAS</b>	<b>un.</b>	<b>65.00</b>	<b>R\$ 5,653.12</b>	<b>R\$ 201,162.62</b>
<b>Total de REDE COLETORA DE ESGOTO</b>					<b>R\$ 792,910.72</b>	
	<b>2</b>	<b>COLETORES PREDIAIS</b>				
	<b>2.1</b>	<b>TUBULAÇÃO</b>				
SINAPI - ASTU - 0048	2.1.1	TUBO DE PVC PARA REDE COLETORA DE ESGOTO DE PAREDE MACIÇA, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL ALTO DE INTERFERÊNCIAS - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO. AF_06/2015	m	2780.27	R\$ 24.85	R\$ 69,089.71
		<b>Total de TUBULAÇÃO</b>	<b>m</b>	<b>2780.27</b>	<b>R\$ 24.85</b>	<b>R\$ 69,089.71</b>
	<b>2.2</b>	<b>REMOÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO</b>				
SINAPI - SERP - 0014	2.2.1	DEMOLIÇÃO DE PAVIMENTO INTERTRAVADO, DE FORMA MANUAL, COM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	m²	20.41	R\$ 10.53	R\$ 214.88
SEINFRA - C2941	2.2.2	RETIRADA DE PAVIMENTAÇÃO EM PASSEIO CIMENTADO	m²	576.58	R\$ 13.21	R\$ 7,616.67
SEINFRA - C2102	2.2.3	RASPAGEM E LIMPEZA DO TERRENO	m²	20.18	R\$ 3.30	R\$ 66.64
		<b>Total de REMOÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO</b>	<b>m²</b>	<b>617.17</b>	<b>R\$ 27.04</b>	<b>R\$ 7,898.18</b>
	<b>2.3</b>	<b>ESCAVAÇÃO</b>				
SINAPI - MOV T - 0019	2.3.1	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA. AF_03/2016	m³	1241.86	R\$ 62.26	R\$ 77,318.11
		<b>Total de ESCAVAÇÃO</b>	<b>m³</b>	<b>1241.86</b>	<b>R\$ 62.26</b>	<b>R\$ 77,318.11</b>
	<b>2.4</b>	<b>REATERRO COMPACTADO DA REDE COLETORA</b>				
SINAPI - MOV T - 0021	2.4.1	REATERRO MANUAL DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MECANIZADA OU APOIADO COM SOQUETE. AF_04/2016	m³	1241.36	R\$ 30.88	R\$ 38,333.07
		<b>Total de REATERRO COMPACTADO DA REDE COLETORA</b>	<b>m³</b>	<b>1241.36</b>	<b>R\$ 30.88</b>	<b>R\$ 38,333.07</b>
	<b>2.5</b>	<b>REPAVIMENTAÇÃO</b>				
SINAPI - PAVI - 0057	2.5.1	EXECUÇÃO DE PASSEIO EM PISO INTERTRAVADO, COM BLOCO RETANGULAR OU 16 FACES, ESPESSURA 6 CM. AF_12/2015	m²	20.41	R\$ 51.78	R\$ 1,056.69
SINAPI - PISO - 0115	2.5.2	PISO CIMENTADO, TRAÇO 1:3 (CIMENTO E AREIA), ACABAMENTO LISO OU RÚSTICO, PREPARO MECÂNICO DA ARGAMASSA. AF_06/2018	m²	576.58	R\$ 29.37	R\$ 16,932.82
		<b>Total de PAVIMENTAÇÃO</b>	<b>m²</b>	<b>596.99</b>	<b>R\$ 81.15</b>	<b>R\$ 17,989.51</b>
	<b>2.6</b>	<b>DISPOSITIVOS ESPECIAIS E ESTRUTURAS ACESSÓRIAS</b>				
SINAPI - INHI - 0181	2.6.1	CAIXA DE INSPEÇÃO EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO DN 60CM COM TAMPA H= 60CM - FORNECIMENTO E INSTALACAO	un.	414.00	R\$ 216.14	R\$ 89,481.96
		<b>Total de DISPOSITIVOS ESPECIAIS E ESTRUTURAS ACESSÓRIAS</b>	<b>un.</b>	<b>414.00</b>	<b>R\$ 216.14</b>	<b>R\$ 89,481.96</b>
<b>Total de COLETORES PREDIAIS</b>					<b>R\$ 300,110.54</b>	
<b>TOTAL DO SISTEMA CONVENCIONAL - CENÁRIO 1</b>					<b>R\$ 1,093,021.26</b>	

ORÇAMENTO - SISTEMA CONDOMINIAL - CENÁRIO 2						
REFERÊNCIA	ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO	
					UNITÁRIO	TOTAL
	<b>1</b>	<b>REDE COLETORA DE ESGOTO</b>				
	<b>1.1</b>	<b>TUBULAÇÃO</b>				
SINAPI - ASTU - 0048	1.1.1	TUBO DE PVC PARA REDE COLETORA DE ESGOTO DE PAREDE MACIÇA, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL ALTO DE INTERFERÊNCIAS - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO. AF_06/2015	m	1734.00	R\$ 24.85	R\$ 43,089.90
SINAPI - ASTU - 0048	1.1.2	TUBO DE PVC PARA REDE COLETORA DE ESGOTO DE PAREDE MACIÇA, DN 150 MM, JUNTA ELÁSTICA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL ALTO DE INTERFERÊNCIAS - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO. AF_06/2015	m	19.00	R\$ 49.25	R\$ 935.75
		<b>Total de TUBULAÇÃO</b>	<b>m</b>	<b>1734.00</b>	<b>R\$ 24.85</b>	<b>R\$ 43,089.90</b>
	<b>1.2</b>	<b>REMOÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO</b>				
SINAPI - SERP - 0014	1.2.1	DEMOLIÇÃO DE PAVIMENTO INTERTRAVADO, DE FORMA MANUAL, COM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	m²	103.55	R\$ 10.53	R\$ 1,090.38
		<b>Total de REMOÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO</b>	<b>m²</b>	<b>103.55</b>	<b>R\$ 10.53</b>	<b>R\$ 1,090.38</b>
	<b>1.3</b>	<b>ESCAVAÇÃO</b>				
SINAPI - MOVT - 0019	1.3.1	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM ESCAVADEIRA OU RETROESCAVADEIRA HIDRÁULICA, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015	m³	1630.84	R\$ 8.26	R\$ 13,469.24
		<b>Total de ESCAVAÇÃO</b>	<b>m³</b>	<b>1630.84</b>	<b>R\$ 8.26</b>	<b>R\$ 13,469.24</b>
	<b>1.4</b>	<b>REATERRO COMPACTADO DA REDE COLETORA</b>				
SINAPI - MOVT - 0021	1.4.1	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM ESCAVADEIRA OU RETROESCAVADEIRA HIDRÁULICA, COM SOLO DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	m³	937.04	R\$ 11.27	R\$ 10,563.86
SINAPI - MOVT - 0021	1.4.2	REATERRO MANUAL DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MECANIZADA OU APOILOADO COM SOQUETE. AF_04/2016	m³	693.61	R\$ 30.88	R\$ 21,418.83
		<b>Total de REATERRO COMPACTADO DA REDE COLETORA</b>	<b>m³</b>	<b>1630.66</b>	<b>R\$ 42.15</b>	<b>R\$ 31,982.68</b>
	<b>1.5</b>	<b>ESCORAMENTO DA REDE COLETORA</b>				
SINAPI - ESCO - 0023	1.5.1	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTALETEAMENTO OU DESCONTÍNUO, EM LOCAL COM NÍVEL ALTO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	m²	1453.71	R\$ 21.04	R\$ 30,585.36
		<b>Total de ESCORAMENTO DA REDE COLETORA</b>	<b>m²</b>	<b>1453.71</b>	<b>R\$ 21.04</b>	<b>R\$ 30,585.36</b>
	<b>1.6</b>	<b>REPAVIMENTAÇÃO</b>				
SINAPI - PAVI - 0054	1.6.1	PAVIMENTAÇÃO - BLOCOS DE CONCRETO INTERTRAVADOS COM BLOCO PISOGRAMA OU SEXTÁVADO. AF_12/2015	m²	103.55	R\$ 46.10	R\$ 4,774.07
		<b>Total de PAVIMENTAÇÃO</b>	<b>m²</b>	<b>103.55</b>	<b>R\$ 46.10</b>	<b>R\$ 4,774.07</b>
	<b>1.7</b>	<b>DISPOSITIVOS ESPECIAIS E ESTRUTURAS ACESSÓRIAS</b>				
SINAPI - DROP - 0036	1.7.1	POÇO DE VISITA CIRCULAR PARA ESGOTO, EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, DIÂMETRO INTERNO = 1,2 M, INCLUINDO TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO, DIÂMETRO DE 60 CM. AF_04/2018	un.	16.00	R\$ 3,744.26	R\$ 59,908.13
SINAPI - COMPOSIÇÃO	1.7.2	FORNECIMENTO E EXECUÇÃO DE TERMINAL DE LIMPEZA, PROFUNDIDADE ATÉ 2,0 METROS. AF_09/2014	un.	6.00	R\$ 1,908.86	R\$ 11,453.16
		<b>Total de DISPOSITIVOS ESPECIAIS E ESTRUTURAS ACESSÓRIAS</b>	<b>un.</b>	<b>22.00</b>	<b>R\$ 5,653.12</b>	<b>R\$ 71,361.29</b>
		<b>Total de REDE COLETORA DE ESGOTO</b>			<b>R\$ 196,352.92</b>	
	<b>2</b>	<b>RAMAIS CONDOMINIAIS</b>				
	<b>2.1</b>	<b>TUBULAÇÃO</b>				
SINAPI - ASTU - 0048	2.1.1	TUBO DE PVC PARA REDE COLETORA DE ESGOTO DE PAREDE MACIÇA, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL ALTO DE INTERFERÊNCIAS - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO. AF_06/2015	m	6404.00	R\$ 24.85	R\$ 159,139.40
		<b>Total de TUBULAÇÃO</b>	<b>m</b>	<b>6404.00</b>	<b>R\$ 24.85</b>	<b>R\$ 159,139.40</b>
	<b>2.2</b>	<b>REMOÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO</b>				
SEINFRA - C3064	2.2.1	DEMOLIÇÃO E REMOÇÃO DE PAVIMENTO EM PARALELEPÍPEDO E POLIÉDRICO	m²	10.45	R\$ 6.61	R\$ 69.07
SINAPI - SERP - 0014	2.2.2	DEMOLIÇÃO DE PAVIMENTO INTERTRAVADO, DE FORMA MANUAL, COM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	m²	31.35	R\$ 10.53	R\$ 330.12
SINAPI - PAVI - 0057	2.2.3	EXECUÇÃO DE PASSEIO EM PISO INTERTRAVADO, COM BLOCO RETANGULAR OU 16 FACES, ESPESSURA 6 CM. AF_12/2015	m²	30.40	R\$ 10.53	R\$ 320.11
SEINFRA - C2941	2.2.4	RETIRADA DE PAVIMENTAÇÃO EM PASSEIO CIMENTADO	m²	475.95	R\$ 13.21	R\$ 6,287.30
SEINFRA - C2102	2.2.5	RASPAGEM E LIMPEZA DO TERRENO	m²	3552.90	R\$ 3.30	R\$ 11,735.23
		<b>Total de REMOÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO</b>	<b>m²</b>	<b>4101.05</b>	<b>R\$ 44.18</b>	<b>R\$ 18,741.83</b>
	<b>2.3</b>	<b>ESCAVAÇÃO</b>				
SINAPI - MOVT - 0019	2.3.1	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA. AF_03/2016	m³	2773.81	R\$ 62.26	R\$ 172,697.60
		<b>Total de ESCAVAÇÃO</b>	<b>m³</b>	<b>2773.81</b>	<b>R\$ 62.26</b>	<b>R\$ 172,697.60</b>
	<b>2.4</b>	<b>REATERRO COMPACTADO DA REDE COLETORA</b>				
SINAPI - MOVT - 0021	2.4.1	REATERRO MANUAL DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MECANIZADA OU APOILOADO COM SOQUETE. AF_04/2016	m³	2769.98	R\$ 30.88	R\$ 85,536.99
		<b>Total de REATERRO COMPACTADO DA REDE COLETORA</b>	<b>m³</b>	<b>2769.98</b>	<b>R\$ 30.88</b>	<b>R\$ 85,536.99</b>
	<b>2.5</b>	<b>REPAVIMENTAÇÃO</b>				
SINAPI - PAVI - 0057	2.5.1	REASSENTAMENTO DE PARALELEPÍPEDO SOBRE COLCHAO DE PO DE PEDRA ESPESSURA 10CM, REJUNTADO COM BETUME E PEDRISCO OU ARGAMASSA TRACO 1:3 (CIMENTO E AREIA), CONSIDERANDO APROVEITAMENTO DO PARALELEPÍPEDO	m²	10.45	R\$ 43.98	R\$ 459.59
SINAPI - PAVI - 0054	2.5.2	PAVIMENTAÇÃO - BLOCOS DE CONCRETO INTERTRAVADOS COM BLOCO PISOGRAMA OU SEXTÁVADO. AF_12/2015	m²	31.35	R\$ 46.10	R\$ 1,445.36
SINAPI - PAVI - 0057	2.5.3	EXECUÇÃO DE PASSEIO EM PISO INTERTRAVADO, COM BLOCO RETANGULAR OU 16 FACES, ESPESSURA 6 CM. AF_12/2015	m²	30.40	R\$ 51.78	R\$ 1,574.21
SINAPI - PISO - 0115	2.5.4	PISO CIMENTADO, TRAÇO 1:3 (CIMENTO E AREIA), ACABAMENTO LISO OU RÚSTICO, PREPARO MECÂNICO DA ARGAMASSA. AF_06/2018	m²	475.95	R\$ 29.37	R\$ 13,977.46
		<b>Total de PAVIMENTAÇÃO</b>	<b>m²</b>	<b>548.15</b>	<b>R\$ 171.23</b>	<b>R\$ 17,456.63</b>
	<b>2.6</b>	<b>DISPOSITIVOS ESPECIAIS E ESTRUTURAS ACESSÓRIAS</b>				
SINAPI - INHI - 0181	2.6.1	CAIXA DE INSPEÇÃO EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO DN 60CM COM TAMPA H= 60CM - FORNECIMENTO E INSTALACAO	un.	488.00	R\$ 216.14	R\$ 105,476.32
		<b>Total de DISPOSITIVOS ESPECIAIS E ESTRUTURAS ACESSÓRIAS</b>	<b>un.</b>	<b>488.00</b>	<b>R\$ 216.14</b>	<b>R\$ 105,476.32</b>
		<b>Total de RAMAIS CONDOMINIAIS</b>			<b>R\$ 559,048.76</b>	
		<b>TOTAL DO SISTEMA CONVENCIONAL - CENÁRIO 1</b>			<b>R\$ 755,401.68</b>	

## **APÊNDICE D – DESENHOS DA PAVIMENTAÇÃO EXISTENTE**



PLANTA DE SITUAÇÃO  
SEM ESCALA

LEGENDA	
	DELIMITAÇÃO DO CENÁRIO 1
	PARALELEPÍEDO
	PEDRA IRREGULAR
	PAVIMENTO EM BLOCO INTERTRAVADO
	CIMENTO
	SABRO
	GRAMA



PROJETO DE CONCLUSÃO DO CURSO  
ENGENHARIA HÍDRICA



TÍTULO		PAVIMENTAÇÃO EXISTENTE		DESENHISTA		VIVIANE MEZZOMO	
COMPLEMENTO				CENÁRIO 1			
DATA	ESCALA	NOME DO ARQUIVO			FOLHA		
DEZ/2019	1:2000	PAV-C1-R00			01/01		

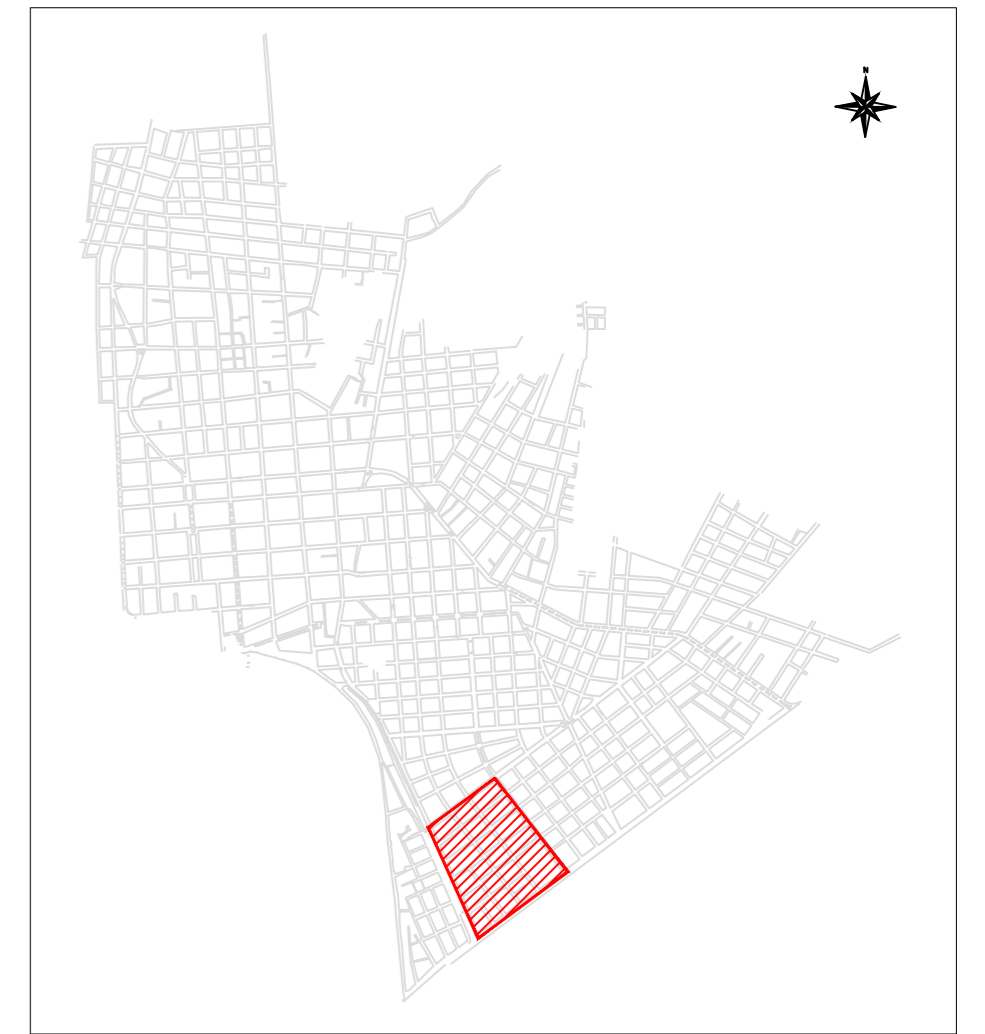


AV. JOSÉ DE SOUZA CASTRO

AV. MARCIRO DIA LONGARAY

AV. ERNANI SILVEIRA

RUA JOSÉ DA SILVA AZAMBUJA



PLANTA DE SITUAÇÃO  
SEM ESCALA

LEGENDA	
	DELIMITAÇÃO DO CENÁRIO 2
	PARALELEPÍPEDO
	PAVIMENTO EM BLOCO INTERTRAVADO
	PISO EM BLOCO INTERTRAVADO
	CIMENTO
	SABRO
	GRAMA

BR - 116



PROJETO DE CONCLUSÃO DO CURSO  
ENGENHARIA HÍDRICA



TÍTULO		PAVIMENTAÇÃO EXISTENTE		DESENHISTA		VIVIANE MEZZOMO	
COMPLEMENTO		CENÁRIO 2		DATA		DEZ/2019	
ESCALA		1:2000		NOME DO ARQUIVO		PAV-C2-R00	
FOLHA		01/01		FOLHA		01/01	