



AVALIAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA ADOÇÃO DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO TIPO SEPARADOR ABSOLUTO OU UNITÁRIO EM ÁREAS URBANAS DE CLIMA TROPICAL

Pedro Rodrigues Mutti

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Prof. Isaac Volschan Junior

Rio de Janeiro
Agosto de 2015

AVALIAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA ADOÇÃO DE SISTEMAS DE
ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO TIPO SEPARADOR ABSOLUTO
OU UNITÁRIO EM ÁREAS URBANAS DE CLIMA TROPICAL

Pedro Rodrigues Mutti

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO
DE ENGENHARIA AMBIENTAL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE
ENGENHEIRO AMBIENTAL.

Examinada por:

Prof. Isaac Volschan Junior, D.Sc.

Prof. Monica Maria Pena, D.Sc.

Prof. Paulo Renato Diniz Junqueira Barbosa, Ph.D

Rio de Janeiro
Agosto de 2015

Mutti, Pedro Rodrigues

Avaliação dos princípios da adoção de sistemas de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto ou unitário em áreas urbanas de clima tropical – Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2015.

XI, 88 p.; 29,7 cm

Orientador: Isaac Volschan Junior

Projeto de Graduação – UFRJ/Escola Politécnica/Curso de Engenharia Ambiental, 2015.

Referências Bibliográficas: p. 85 – 88

1. Sistemas de Esgotamento Sanitário; 2. Separador Absoluto; 3. Sistema Unitário; 4. Drenagem Urbana; I. Junior, Isaac Volschan. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. III. Avaliação dos princípios da adoção de sistemas de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto ou unitário em áreas urbanas de clima tropical.

"A natureza ama a coragem. Você se compromete e a natureza reagirá ao seu comprometimento removendo obstáculos intransponíveis. Sonhe o sonho impossível e o mundo não te botará para baixo, mas te jogará para cima. Este é o truque. Isto é o que todos os professores e filósofos que fizeram a diferença, que tocaram no ouro do alquimista, entenderam. É a dança xamânica na cachoeira. É como a magia acontece. É jogar-se no abismo e descobrir uma cama de penas"

- A. P. J. Abdul Kalam

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família. A minha mãe Marcia, pela sua dedicação inquebrável ao longo de 23 anos de aprendizado. Ao meu pai Telmo, um gigante, que, quando todos os apoios se quebravam, carregava o mundo nas costas. Ao meu irmão Bernardo, sempre fiel, sempre presente. Aos meus avôs e avós, minhas tias e tios, e meus primos e primas.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (Drhima) da UFRJ, cujos ensinamentos passados em sala de aula, nos corredores ou nas conversas de copa, levarei para sempre. Em especial ao Prof. Isaac, por ter me apadrinhado ainda no terceiro período e cujos votos de confiança me abriram muitas portas.

Aos amigos de intercâmbio, Matheus, Guilherme, Cobertura, Gaúcho, Maísa, Karol, Mariuz, entre tantos outros. Me mostraram que nem todo o aprendizado importante é transmitido em sala de aula.

Aos amigos da Engenharia Ambiental, indispensáveis ao longo de toda essa trajetória. Crescemos, mudamos e aprendemos juntos, tornando a árdua caminhada da graduação um pouco mais leve. Gabriel, Luiz Gabriel, Luís Otávio, Bael, Noah, Laura, Nathalia, Kárys, Mari Barros, Potter, Fábio, e tantos outros. Agradeço especialmente aos membros do Quarteto Fantástico: Duduca, Joãozinho e meu irmão Felipe Treistman.

Aos amigos de longa data do Hey Apple: Raphael e Priscilinha, Roberto e Camilla, Braco, Ribbe, Paulo Ivo, Dado e Patrícia. Ao Raduan e ao Pessoa pela amizade inestimável e por estarem sempre presentes mesmo na distância.

A minha companheira amada, Amanda. Juntos ou na distância, soube transformar a tormenta em calma, o desespero em foco, o desânimo em combustível e a ausência em presença. E aos seus pais, Gerlane e Ricardo, pelo acolhimento e por sempre demonstrarem interesse e preocupação na minha caminhada.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

Avaliação dos princípios da adoção de sistemas de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto ou unitário em áreas urbanas de clima tropical

Pedro Rodrigues Mutti

Agosto de 2015

Orientador: Isaac Volschan Junior

Curso: Engenharia Ambiental

Apenas cerca de 56% dos municípios brasileiros são atendidos por redes de coleta de esgoto, representando um déficit em relação aos demais serviços de saneamento básico. Dentre os sistemas de esgotamento sanitário comumente adotados em áreas urbanas destaca-se o separador absoluto e o sistema unitário. Ambos apresentam vantagens e desvantagens, mas comumente associa-se o sistema separador absoluto a áreas de clima tropical e o sistema unitário a áreas de clima temperado. Esse trabalho objetiva: comparar técnica e economicamente a adoção do separador absoluto e do unitário em áreas urbanas de clima tropical; verificar a viabilidade técnica e sanitária do lançamento temporário de esgotos em galerias exclusivamente para drenagem; comparar técnica e economicamente a adoção do sistema unitário em áreas de clima tropical e temperado. Os resultados mostram que, no clima tropical, o sistema unitário sempre será a alternativa mais custosa, principalmente por conta das estações de tratamento, que representam até 67% dos custos totais de implantação do sistema. Verificou-se que a viabilidade de lançamento de esgotos em redes de drenagem de águas pluviais está fortemente associada a declividade do terreno. Por fim, mostrou-se que a implantação de um sistema unitário em áreas de clima tropical é cerca de 3 a 20% mais custosa que em áreas de clima temperado e o sistema apresenta-se muito mais robusto.

Palavras-chave: Sistemas de esgotamento sanitário, separador absoluto, sistema unitário, drenagem urbana

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

Assessment of the principles for adoption of separate or combined sewer systems in tropical climate urban areas

Pedro Rodrigues Mutti

August/2015

Advisor: Isaac Volschan Junior

Course: Environmental Engineering

Roughly 56% of Brazilian municipalities are covered by sewage collection systems, representing a deficit in comparison with other basic sanitation services. Among the types of sewer systems commonly adopted in urban areas, we highlight the separate system and the combined system. Both present advantages and disadvantages, but separate systems are usually associated with tropical climate areas, while combined systems are associated with temperate climate areas. This paper aims to: compare technically and economically the adoption of separate and combined systems in tropical climate areas; verify the technical viability of temporary wastewater discharge at rainfall drainage pipes; compare technically and economically the adoption of combined systems in temperate and tropical climate areas. Results show that, in tropical climate areas, combined systems will always be more expensive, mainly because of wastewater treatment plants, which represent up to 67% of total costs. It was verified that the viability for discharging wastewater at rainfall drainage pipes is highly associated with terrain slope. Finally, it was shown that the adoption of combined systems in tropical climate areas are from 3% up to 20% more expensive than in temperate climate areas, and the collection system is much more robust.

Keywords: sewer systems, separate systems, combined systems, urban drainage

SUMÁRIO

1. Introdução	1
1.1. Objetivos	3
1.2. Estrutura do Trabalho	3
2. Fundamentação Teórica	4
2.1. Sistemas de Esgotamento Sanitário	4
2.1.1. Sistema Unitário	6
2.1.2. Sistema Separador Absoluto	7
2.2. Sistemas de Drenagem Urbana	9
2.3. Interfaces entre SES e Sistemas de Drenagem Urbana	11
2.4. Principais parâmetros de projetos de esgotamento e drenagem	13
2.4.1. Vazões	14
2.4.2. Diâmetro dos coletores	15
2.4.3. Tensão Trativa	16
2.4.4. Pavimentação das ruas	18
2.4.5. Extensão dos coletores	18
2.4.6. Tratamento e disposição	19
3. Metodologia	21
3.1. Definição das análises propostas	21
3.2. Caracterização da área de estudo	22
3.3. Definição das populações de projeto	24
3.4. Projeto do Sistema Separador Absoluto - Esgotamento Sanitário (SEP-ESG) ... 25	
3.4.1. Traçado da rede	26
3.4.2. Vazões de projeto	27
3.4.3. Parâmetros e critérios adotados	29
3.4.4. Dispositivos auxiliares - Estações Elevatórias	31
3.4.5. Tratamento de Esgotos	33
3.5. Projeto do Sistema Separador Absoluto - Drenagem Pluvial (SEP-DRE) 34	
3.5.1. Traçado da rede	34
3.5.2. Vazões de projeto	36
3.5.3. Parâmetros e critérios adotados	40
3.6. Projeto do Sistema Unitário (Un)	45
3.6.1. Traçado da rede	45

3.6.2.	Vazões de projeto	46
3.6.3.	Parâmetros e critérios adotados.....	49
3.6.4.	Critérios da legislação europeia e norte americana	50
3.6.5.	Dispositivos auxiliares – Estações Elevatórias e Extravasores.....	56
3.6.6.	Reservação e Tratamento	57
3.7.	Verificação do lançamento temporário de esgotos no SEP-DRE.....	59
3.8.	Geração de quantitativos e orçamentos das redes.....	60
4.	Resultados	61
4.1.	Discussão 1: Comparação entre os sistemas separador absoluto e unitário em áreas urbanas de clima tropical	61
4.2.	Discussão 2: Verificação hidráulica da rede drenagem recebendo contribuições temporárias de esgotos sanitários	74
4.3.	Discussão 3: Comparação entre o sistema unitário no clima temperado e no clima tropical	79
5.	Conclusão	83
	Bibliografia	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema do Sistema Unitário.....	7
Figura 2 - Esquema do sistema separador absoluto.....	8
Figura 3 - Principais dispositivos da micro drenagem	10
Figura 4 - Área de estudo em terreno plano	23
Figura 5 - Área de estudo em terreno inclinado	24
Figura 6 - Áreas de contribuição para drenagem.....	35
Figura 7 - Representação do Método Racional	37
Figura 8 - Boca-de-lobo adotado no projeto.....	42
Figura 9 - Representação da descarga das GAPs	44
Figura 10 - Detalhe do traçado: sistema unitário.....	46
Figura 11 - Arranjo adotado para o tratamento no sistema unitário.....	56
Figura 12 - Perfil longitudinal com intuito de reduzir a energia cinética do escoamento	66
Figura 13 - Comparação da seção de uma tubulação do sistema unitário.....	82

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Hidrograma área urbanizada x área preservada	9
Gráfico 2 - Comparação da intensidade de chuvas em cidades europeias e brasileiras .	48
Gráfico 3 - Exemplo genérico do volume médio anual precipitado.....	53

Gráfico 4 - Comparação entre múltiplos da vazão de esgotos e 85% da vazão combinada média anual coletada	54
Gráfico 5 - Custo das tubulações e acessórios.....	64
Gráfico 6 - Custos da movimentação de terra	65
Gráfico 7 - Custos de escoramento.....	67
Gráfico 8 - Custos das estações elevatórias.....	68
Gráfico 9 - Custos com tratamento.....	69
Gráfico 10 - Custos dos extravasores e reservatórios do sistema unitário	70
Gráfico 11 - Custos totais separador x unitário	71
Gráfico 12 - Composição dos custos: separador absoluto.....	72
Gráfico 13 - Composição dos custos: unitário	73
Gráfico 14 - Custos totais do sistema unitário.....	81

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Concentrações típicas de poluentes encontrados em efluentes	20
Tabela 2 - Populações de projeto.....	25
Tabela 3 - Contribuições de esgoto por cenário	29
Tabela 4 - Coeficientes de Manning típicos	29
Tabela 5 - Custo per capita de Estações de Tratamento de Esgotos.....	34
Tabela 6 - Coeficientes de <i>run-off</i> associados à ocupação do solo	37
Tabela 7 - Cotas de descarga	44
Tabela 8 - Vazões a serem tratadas, extravasadas e armazenadas em países europeus .	54
Tabela 9 - Composição dos custos de implementação de Estações de Tratamento de Esgotos com destaque no tratamento primário.....	57
Tabela 10 - Composição dos custos de implementação de Estações de Tratamento de Esgotos com destaque no tanque de aeração	59
Tabela 11 - Vazões de Escoamento encontradas.....	61
Tabela 12 - Proporção da vazão de escoamento.....	62
Tabela 13 - Extensões de rede encontradas	62
Tabela 14 - Vazões encaminhadas por tipo de disposição	63
Tabela 15 - Custos das tubulações e acessórios	64
Tabela 16 - Custos da movimentação de terra.....	65
Tabela 17 - Custos de escoramento	67
Tabela 18 - Custos das estações elevatórias	68
Tabela 19 - Custos com tratamento	69
Tabela 20 - Custos dos extravasores e reservatórios do sistema unitário.....	70
Tabela 21 - Custos totais separador x unitário	71
Tabela 22 - Verificação hidráulica: galerias laterais/terreno plano.....	75
Tabela 23 - Verificação hidráulica: galerias centrais/terreno plano	75
Tabela 24 - Verificação hidráulica: galerias laterais/terreno inclinado.....	77
Tabela 25 - Verificação hidráulica: galerias centrais/terreno inclinado.....	77
Tabela 26 - Percentual de cobertura do sistema	78

Tabela 27 - Vazões de escoamento encontradas	79
Tabela 28 - Diâmetros e profundidades máximas	80
Tabela 29 - Volume de detenção dos reservatórios	80
Tabela 30 - Custos totais do sistema unitário	81

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Tensão Trativa.....	17
Equação 2 - População de Início e Final de Plano.....	27
Equação 3 - Taxa de Contribuição Linear de Esgotos.....	28
Equação 4 - Declividade Mínima da Tubulação.....	30
Equação 5 - Velocidade Crítica.....	31
Equação 6 - Curva Paramétrica de Custos da EEE - 1.....	32
Equação 7 - Curva Paramétrica de Custos da EEE - 2.....	32
Equação 8 - Potência da Bomba.....	32
Equação 9 - Método Racional.....	36
Equação 10 - Otto Pfafstetter.....	38
Equação 11 - Fator de Frequência.....	38
Equação 12 - Recobrimento Mínimo de Redes de Drenagem.....	43
Equação 13 - Volume do Reservatório.....	57

1. Introdução

A legislação brasileira define o saneamento básico como o conjunto de serviços, atividades, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007). Trata-se de um serviço público que visa à promoção do bem-estar e da saúde da população.

No que diz respeito ao manejo das chamadas águas urbanas (água de abastecimento, esgotos sanitários e águas pluviais), o Brasil apresenta dados contrastantes em relação à abrangência dos serviços prestados. A média nacional de atendimento por redes de abastecimento de água é de 93,0%. No entanto, a média para o atendimento por redes de esgotamento sanitário não passa de 56,3% (SNIS, 2014). Esse déficit mostra que, a mobilização pública para o investimento em sistemas de abastecimento de água não foi acompanhada na mesma medida por investimentos em redes de coleta de esgotos.

A última Pesquisa Nacional do Saneamento Básico, de 2008, indicou que 94,4% dos municípios contemplados apresentam ruas pavimentadas, que, por sua vez, incrementam o volume de água escoada superficialmente em eventos de chuva. Destes, 23,5% possuem sistemas de drenagem exclusivamente superficiais, enquanto 76,5% são atendidos por dispositivos subterrâneos para o transporte de água de chuva (IBGE, 2010).

Esse cenário indica que, no âmbito do saneamento básico nacional, a questão do esgotamento sanitário é, ainda, a que necessita de mais atenção. Um incremento na abrangência da população atendida por esse serviço seria um passo importante para a preservação da saúde pública e dos recursos hídricos.

Existem dois tipos básicos de sistemas de esgotamento sanitário: os sistemas unitários ou combinados e os sistemas separadores absolutos. O primeiro configura-se por um sistema de tubulações responsável pela coleta de esgotos sanitários em períodos de tempo seco, e pela coleta combinada de esgotos e águas pluviais em períodos de chuva. Já os separadores absolutos são caracterizados pela presença de duas malhas separadas de coleta: uma para águas pluviais e uma para esgotos.

No Brasil, a legislação preconiza a separação absoluta da coleta de esgotos e água pluviais. No entanto, os dados apresentados anteriormente mostram que há uma

disparidade grande na abrangência de atendimento desses dois serviços, indicando que a utilização de sistemas separadores absolutos no Brasil é feita de forma descaracterizada (FERREIRA, 2013).

Teoricamente o sistema separador absoluto se apresenta como solução mais ambientalmente correta e mais viável, pois estaria garantindo todo o aporte de esgotos para uma estação de tratamento de esgotos (ETE) que, por sua vez, teria as dimensões necessárias para tratar as vazões dos efluentes sanitários, apenas. As águas pluviais, por sua vez, seriam descarregadas diretamente em um corpo hídrico, sem tratamento.

A eficiência desse sistema começa a ser questionada quando, no Brasil, muitas vezes as ligações de esgoto são feitas clandestinamente nas redes de águas pluviais, direcionando águas poluídas para o corpo hídrico. Os dados expostos mostram que muitas vezes os municípios são dotados de galerias de águas pluviais (GAPs), mas ainda não são atendidas por redes de esgoto. Nesse caso, muitas vezes os efluentes sanitários são lançados temporariamente nas galerias. Ou ainda, o estudo cada vez maior da poluição difusa indica que as águas pluviais das chamadas primeiras chuvas possuem uma elevada carga poluidora, de ordem maior que do próprio esgoto (TUCCI, 1995). Assim, o lançamento de águas pluviais diretamente no corpo d'água também representaria uma potencial fonte poluidora.

O sistema unitário, por outro lado, requer o dimensionamento de galerias de grandes dimensões que devem atender aos parâmetros mínimos das redes de coleta de esgotos. Dado o clima do Brasil, as vazões máximas de pico das chuvas apresentam-se muitas vezes maiores que as vazões de esgotos. Além disso, as estações de tratamento devem estar dimensionadas para vazões muito maiores, já que devem receber um aporte maior de vazão nos períodos de chuva. Legislações internacionais para sistemas combinados preveem, ainda, a instalação de diversos dispositivos auxiliares como extravasores, reservatórios e unidades de tratamento primário junto aos extravasores do sistema combinado, visando à preservação dos corpos hídricos que receberão as vazões combinadas.

Nota-se, portanto, que embora a legislação brasileira preveja a utilização de sistemas separadores absolutos, a descaracterização desse sistema no Brasil indica a possibilidade da utilização de sistemas combinados. A escolha de um sistema ou outro

estaria associada aos critérios técnicos e principalmente econômicos inerentes a cada tipologia.

1.1. Objetivos

Esse trabalho visa, portanto, comparar e discutir técnica e economicamente a implantação de sistemas separadores e combinados, em condições topográficas, climáticas e populacionais típicas. Vale notar que o escopo desse trabalho inclui também a precificação dos dispositivos auxiliares e das unidades de tratamento de esgotos, para cada caso. Enumerando, temos os seguintes objetivos específicos:

- a) Projetar e comparar técnica e economicamente um sistema separador absoluto e um sistema unitário em uma região com características pluviométricas tropicais.
- b) Verificar a eficiência hidráulica e sanitária da rede de drenagem de um sistema separador absoluto quando recebe temporariamente as vazões totais de esgoto.
- c) Comparar técnica e economicamente o sistema unitário implantado em regiões de clima tropical e de clima temperado.

1.2. Estrutura do Trabalho

O presente trabalho apresentará uma estrutura de capítulos conforme a seguir:

Capítulo 1: Apresenta uma introdução ao tema, indicando os principais motivadores para o desenvolvimento do trabalho, além dos seus objetivos e sua estrutura.

Capítulo 2: Apresenta a fundamentação teórica dos principais critérios utilizados no trabalho. Inclui a conceituação dos sistemas estudados e a determinação dos parâmetros para cada projeto.

Capítulo 3: Apresenta a metodologia utilizada no trabalho, incluindo os critérios usados no dimensionamento de cada unidade projetada e a caracterização completa de cada sistema.

Capítulo 4: Apresenta os resultados encontrados e as análises resultantes.

Capítulo 5: Apresenta uma breve conclusão do trabalho acrescida de recomendações para trabalhos futuros.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Sistemas de Esgotamento Sanitário

A exploração arqueológica de sítios na Índia, Grécia, Egito e na América do Sul demonstra que as civilizações primitivas que ali se estabeleceram já apresentavam conhecimento de engenharia sanitária. A exploração indicou a presença de sistemas de canais superficiais e/ou subterrâneos que, ao que tudo indica, eram responsáveis pela drenagem de esgotos ou de água estagnada (BURIAN et al., 1999).

Talvez o exemplo primitivo mais conhecido de estruturas com essa finalidade seja o das *cloacas máximas* de Roma, à época do Império Romano. Essas estruturas, preservadas até hoje em algumas partes da cidade, justificam a importância sanitária de estabelecer cidades em áreas livres de águas estagnadas ou contaminadas (FERNANDES, 1997).

Com a queda do Império Romano, a partir do século V, a civilização entrou na chamada Idade Média. Devido à mistura da cultura bárbara, clássica e dos conhecimentos cristãos, boa parte do conhecimento científico foi substituída por superstições ou pelos dogmas da religiosidade. A evolução e aprimoramento de práticas sanitárias estagnaram-se por séculos (BURIAN et al., 1999), e só a partir do século XIV, com o processo de urbanização europeu acelerado, a preocupação com o manejo das águas da cidade voltou a ser uma preocupação (FERNANDES, 1997).

Nessa época, as galerias de drenagem de Paris são consideradas um marco da engenharia sanitária. Construídas com intuito de drenar a água de chuva que caía sobre a cidade, podem ser consideradas o primeiro exemplo de sistema de coleta unitário de esgotos. Isso porque, nessa época, as excretas e os resíduos urbanos eram todos lançados nas próprias ruas e calçadas da cidade. Num evento de chuva, estes eram carregados pela água e eventualmente chegavam às galerias, sendo transportados de forma combinada com as águas pluviais.

As décadas de 1830 e 1840 foram cruciais para o desenvolvimento científico de soluções urbanas para o esgotamento sanitário. Devido a surtos e epidemias de doenças como a cólera, grandes centros urbanos europeus como Londres começaram a demonstrar maior preocupação com o saneamento. Por esse motivo surgiram os

primeiros dimensionamentos de GAPs hidráulicamente adaptadas para receberem efluentes sanitários, incluindo a determinação de velocidades mínimas de 0,6 a 0,9 m/s necessárias para o arraste de sólidos na tubulação (BURIAN et al., 1999). O modelo foi difundido na Europa.

Finalmente, em 1879, em Memphis, Tennessee nos EUA, foi desenvolvido o primeiro sistema de coleta de esgotos separado das águas pluviais. Por ser uma região pobre que não podia custear a implantação de um sistema convencional, a solução foi o dimensionamento de uma rede de dimensões menores, que excluísse as vazões de águas pluviais. Surge então o conceito de um sistema separador absoluto (FERNANDES, 1997).

A partir daí o sistema separador absoluto foi amplamente utilizado em outras cidades americanas, principalmente pela melhoria expressiva das condições sanitárias e na queda da ocorrência de doenças como a febre amarela. No entanto, nem todos os sistemas implantados funcionavam adequadamente, sendo reportados repetidos casos de entupimentos e vazamentos, requerendo custos corretivos adicionais (BURIAN et al., 1999).

Em 1880, o engenheiro americano Rudolph Hering visitou a Europa com intuito de investigar os sistemas de efluentes sanitários daquele continente. No relatório gerado a partir da visita, foi sugerido um modelo que norteasse a escolha entre um sistema separador absoluto ou um sistema unitário. Esse modelo recomendava a adoção de sistemas unitários em distritos extensos e densamente urbanizados, e a adoção de sistemas separadores em áreas em que não fosse necessário o escoamento subterrâneo das águas pluviais. O relatório concluía que nenhum dos dois tinha vantagem sobre o outro em termos sanitários, e que a decisão final deveria se basear nas condições locais e em considerações financeiras (BURIAN et al., 1999).

Os sistemas de esgotamento sanitário (SES) são o conjunto de atividades, serviços e infraestruturas responsáveis pela coleta, transporte, tratamento e disposição final de efluentes sanitários. As águas residuárias são caracterizadas pela presença de elevadas concentrações de poluentes e de potenciais organismos patogênicos. Sendo assim, a principal função dos SES é de isolar e afastar os efluentes, promovendo também o seu tratamento para só depois dispô-lo em um corpo receptor, reduzindo os riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

Em regiões urbanas com alto adensamento populacional os SES se apresentam como uma solução coletiva para a coleta e tratamento dos efluentes gerados por fontes domésticas, comerciais ou industriais. Tipicamente, as fontes geradoras são ligadas a uma rede coletora composta por tubulações assentadas sob a pavimentação, que transportam por gravidade os efluentes gerados. As redes coletoras por sua vez encaminham os efluentes para interceptores, tubulações de maiores dimensões. Nos SES constam ainda estações elevatórias de esgoto (EEE), responsáveis pela elevação dos efluentes de uma cota mais baixa para uma cota mais alta; emissários e a própria estação de tratamento de esgotos.

Normalmente, em áreas rurais ou áreas urbanas pouco concentradas, utilizam-se sistemas de esgotamento individuais. Estes se apresentam como soluções simplificadas para regiões onde se torna inviável técnica e economicamente o desenvolvimento de um sistema coletivo como o detalhado no parágrafo anterior. Nessas áreas, os esgotos são armazenados em fossas sépticas ou sistemas fossa-filtro, antes de serem dispostos em valas ou sumidouros. Essa forma de disposição, todavia, não apresenta uma remoção eficiente de poluentes e pode apresentar risco principalmente ao meio ambiente local (JORDÃO & PESSÔA, 2014).

A concepção de um SES parte da análise da viabilidade de implantação de um sistema coletivo, que, sempre que possível, deverá ser preferivelmente adotado. Por sua vez, as características físicas, culturais e econômicas da área de projeto vão determinar o desenho do SES a ser implantado. Destacam-se as duas tipologias básicas para os sistemas de coleta de um SES: os sistemas separadores absolutos e os sistemas unitários.

2.1.1. Sistema Unitário

Em sistemas de esgotamento unitários ou combinados, os efluentes sanitários são coletados e conduzidos pelos mesmos sistemas de tubulações por onde são conduzidas as águas pluviais em eventos de chuva.

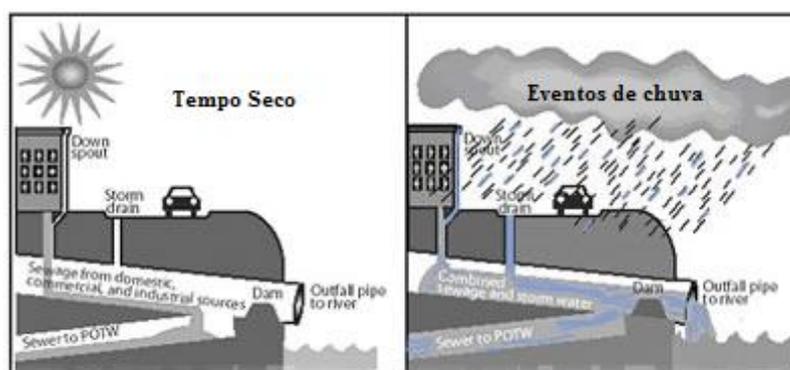
Por essa razão, o sistema hidráulico deve ser dimensionado para atender as vazões máximas de chuva da área de projeto, ao mesmo tempo em que deve satisfazer as condições mínimas para o escoamento de efluentes sanitários em tempo seco.

A priori, o projeto de um sistema unitário parte do pressuposto que as águas de chuva não possuem carga poluente considerável, sendo consideradas, então, um agente de diluição dos esgotos em períodos de chuva. Dessa forma, é comum a implantação conjunta de extravasores em pontos estratégicos do sistema. Assim, os esgotos combinados com uma parcela da água de chuva são direcionados para uma estação de tratamento e outra parcela diluída é extravasada no corpo hídrico em períodos de cheia. O grau mínimo de diluição é ditado pelos padrões de lançamento estabelecidos em lei.

Recorrentemente esse tipo de sistema é empregado em regiões de clima temperado, caracterizados pela presença de chuvas de baixa intensidade, grande frequência e longa duração. Dessa forma, prevê-se que o sistema de tubulações trabalhará com um volume praticamente constante a ser escoado, e a capacidade hidráulica do sistema dificilmente será subutilizada (FERREIRA, 2013).

A priori os critérios para implantação desses sistemas eram definidos por país e, no passado, não havia tanto rigor no dimensionamento e imposição das condições de extravasamento. Atualmente, condições mais rigorosas para a implantação desse tipo de sistema vêm sendo adotadas, principalmente pela ocorrência eventual dos extravasamentos que acarretam na poluição do corpo hídrico. Assim, estão sendo exigidas medidas de controle adicionais nos pontos de extravasamento. A EPA (1995), por exemplo, prevê a instalação de unidades de tratamento primário, no mínimo, para que o efluente combinado possa ser lançado em pontos de extravasamento.

Figura 1 - Esquema do Sistema Unitário



Fonte: Adaptado de Kentucky's Department for Environmental Protection, disponível em <<http://water.ky.gov/permitting/Pages/CombinedSewerOverflows.aspx>>

2.1.2. Sistema Separador Absoluto

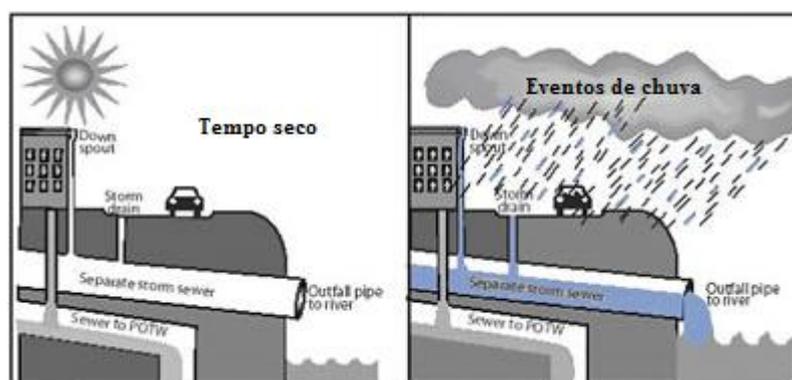
Os sistemas separadores absolutos, por sua vez, são caracterizados pela presença de duas redes de tubulações separadas. Uma delas dimensionada para atender apenas as contribuições de esgoto geradas, conduzindo os efluentes a uma estação de tratamento de esgotos. A outra rede, por sua vez, é composta pelas galerias de águas pluviais responsáveis pela drenagem urbana, que normalmente direcionam essas águas para um corpo receptor.

Na teoria, são adotados mais frequentemente em regiões de clima tropical, por conta da ocorrência menos frequente de chuvas, que normalmente tem durações menores e intensidade muito grande. A implantação de sistemas unitários em regiões tropicais acarretaria na subutilização de um sistema de tubulações de grandes seções. Em contrapartida, as GAPs também permaneceriam inativas em períodos secos.

Há ainda uma variação desse sistema, chamado de sistema separador parcial. Nele, as águas pluviais escoadas de telhados e pátios são direcionadas a rede de coleta de esgotos, enquanto as águas pluviais que escoam pelas vias e pela área pavimentada de uma forma geral são conduzidas as GAPs. Esse sistema, no entanto, não é comumente utilizado.

Na prática o sistema separador absoluto nem sempre funciona como teoricamente ele é planejado. Frequentemente ocorrem ligações clandestinas nas redes de esgoto e nas redes de águas pluviais, conforme será visto adiante. Adicionalmente, já são estudados os efeitos da poluição difusa causada pelas chamadas "primeiras chuvas", que comprovadamente apresentam elevadíssima carga poluente e representam um risco de poluição no caso do lançamento direto no corpo receptor.

Figura 2 - Esquema do sistema separador absoluto



Fonte: Adaptado de Kentucky's Department for Environmental Protection, disponível em <<http://water.ky.gov/permitting/Pages/CombinedSewerOverflows.aspx>>

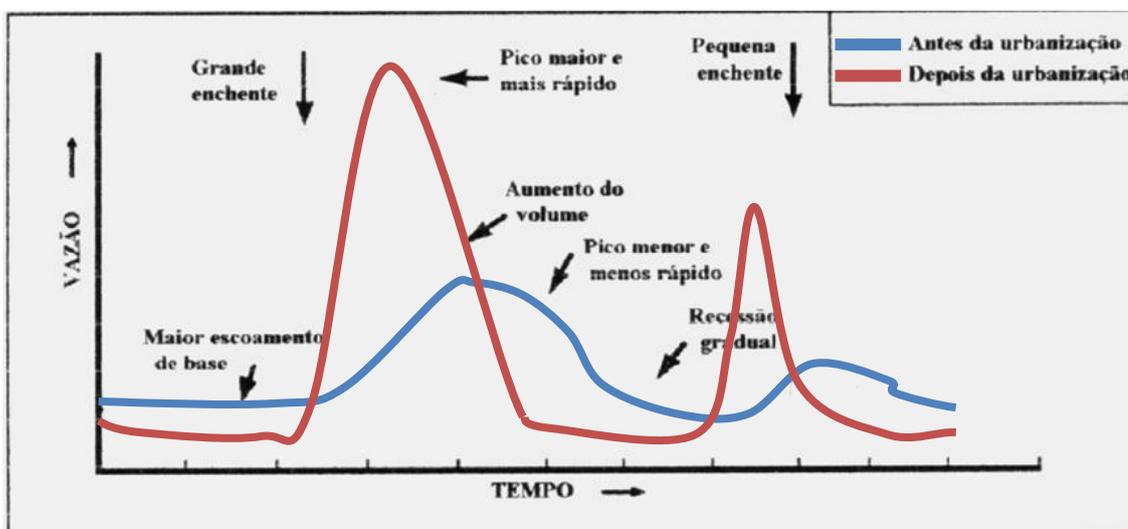
2.2. Sistemas de Drenagem Urbana

Os mesmos motivadores históricos citados anteriormente foram responsáveis pelo desenvolvimento e consolidação das ciências do manejo das águas pluviais em ambiente urbano. Em cidades cada vez mais impermeabilizadas e adensadas, os problemas decorrentes do acúmulo de águas nesse ambiente se acentuaram. As chuvas provocavam alagamentos, impediam o deslocamento de pessoas, interrompiam atividades e o seu acúmulo se apresentava como um potencial veiculador de doenças hídricas.

Dessa forma, a engenharia começou a tratar o manejo das águas pluviais de uma forma higienista. A solução era coletar e conduzir essas águas para fora do ambiente urbano.

Primeiramente, o estudo da drenagem urbana se sofisticou com a adoção de parâmetros pluviométricos no dimensionamento dos sistemas de drenagem. A hidrologia do ambiente urbano apresentava um cenário em que vazões de cheia muito elevadas ocorriam em um curto período de tempo. O gráfico a seguir ilustra a diferença no hidrograma de um evento pluviométrico numa área urbanizada e numa área não urbanizada.

Gráfico 1 - Hidrograma área urbanizada x área preservada



Fonte: Adaptado de Tucci (1995)

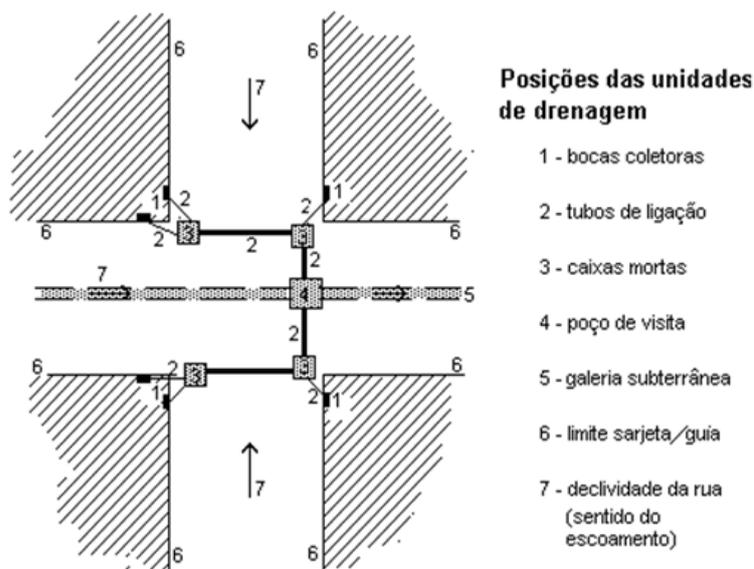
Os problemas relacionados ao acúmulo dessas águas e à necessidade de se lidar com vazões dessa magnitude em um curto espaço de tempo se acentuam uma vez que

núcleos urbanos tendem a se estabelecer próximos ao leito de rios. A morfologia de um corpo de água prevê uma faixa ao longo das margens, chamada planície de inundação, responsável por receber a água de eventos de precipitação muito intensos. Com a ocupação e impermeabilização dessas áreas, as inundações e enchentes do perímetro urbano tornam-se um problema comum em eventos de chuva.

Dessa forma, fez-se necessário um aprimoramento das tecnologias de esgotamento de águas pluviais. As antigas galerias construídas com intuito apenas de escoar a água estagnada deram espaço para um novo sistema de drenagem urbano, composto por unidades de micro e macrodrenagem.

A microdrenagem engloba os dispositivos do sistema que promovem a coleta e o afastamento das águas superficiais ou subterrâneas através de pequenas e médias galerias. Objetiva criar condições razoáveis de circulação de veículos e pedestres numa área urbana, no caso de chuvas frequentes. Seus principais componentes são: a própria pavimentação das ruas, guias, sarjetas, bocas de lobo e galerias de pequenas dimensões. A figura a seguir ilustra os principais componentes da microdrenagem e a disposição típica de seus elementos.

Figura 3 - Principais dispositivos da micro drenagem



Fonte: Fernandes (2002)

Por conta da dimensão dessas estruturas, que são projetadas para a drenagem de áreas menores, normalmente estão associadas a períodos de retorno de 2 a 10 anos (CETESB, 1986).

A macrodrenagem, por sua vez, abrange as galerias de grande porte, com diâmetros maiores que 1,5m, e os próprios corpos receptores da água drenada, sejam eles naturais ou modificados pelo homem. Essas obras normalmente estão associadas à melhoria do escoamento de forma a atenuar problemas de erosão e assoreamento dos canais. Também são consideradas obras de macrodrenagem a construção de reservatórios de amortecimento e de retenção de águas de chuva. Recomenda-se para esse tipo de obra a adoção de períodos de retorno da ordem de 25 anos, principalmente por conta das grandes dimensões e das grandes vazões as quais o sistema deverá atender.

O sistema de drenagem urbana funciona com o direcionamento da água precipitada nos lotes e nas vias públicas para as sarjetas, onde escoam superficialmente. Essa água é captada por bocas de lobo, onde passa a ser conduzida de forma subterrânea através de tubos de ligação até um poço de visita. Esse poço de visita são dispositivos integrantes das redes de galerias, que vão conduzir a água e descarregá-la em um corpo receptor, em um reservatório ou em áreas previamente estabelecidas capazes de receber a descarga.

Vale ressaltar que o presente trabalho visa aplicar apenas a microdrenagem urbana na área de estudo proposta, uma vez que o foco principal é o estudo da coleta das águas urbanas nas suas fontes de geração.

Nas últimas décadas passou-se a questionar a eficiência dos sistemas de drenagem conforme apresentados. Contestou-se principalmente a visão higienista de afastamento das águas pluviais o mais rápido possível. Hoje em dia, a nova tendência do manejo de águas pluviais preza a retenção da água precipitada, a sua infiltração e a sua convivência com o espaço urbano (TUCCI, 1995). Todavia, sistemas compostos pelas estruturas de micro e macrodrenagem supracitadas são ainda os mais frequentemente utilizados.

2.3. Interfaces entre SES e Sistemas de Drenagem Urbana

Dada a fundamentação conceitual dos dois principais sistemas urbanos abordados nesse trabalho, cabe análise das interfaces entre eles num cenário nacional, sendo essa análise um dos principais motivadores do presente trabalho.

Conforme foi assinalado na introdução desta obra, o sistema separador absoluto no Brasil, embora seja preconizado pela legislação, apresenta-se de forma descaracterizada. Encontram-se ligações não previstas de águas residuárias nas GAPs, assim como podem ser encontrados despejos indevidos de águas pluviais nas redes coletoras de esgoto.

Pedrelli (2000) e Pereira (2003) são dois estudos que visaram identificar ligações clandestinas em cidades de Santa Catarina e Goiás, respectivamente. Das vistorias efetuadas, Pedrelli (2000) identificou cerca de 8,2% de ligações de águas pluviais na rede de esgoto e estimativas de 23,7% de ligações clandestinas de esgoto. Pereira (2003) encontrou, para os mesmos casos, valores de 10,9% e 22%.

Esses números, no entanto, se referiam a uma amostra pequena de vistorias, em apenas dois municípios. É razoável prever valores bastante maiores para o cenário nacional, principalmente dado o número de municípios que não são atendidos por rede de esgotamento, mas sim com redes de drenagem.

A descaracterização não é inerente à escolha do tipo de sistema a ser utilizado, mas sim decorrente da gestão ineficiente ou ineficaz do sistema escolhido. Muitas vezes no sistema separador, não há apenas ligações clandestinas de esgoto na GAP, mas também ligações irregulares executadas pelas próprias concessionárias. No momento que a GAP prevista para conduzir águas pluviais começa a conduzir efluentes em tempo seco, e despejá-lo no corpo receptor, o sistema separador encontra-se descaracterizado.

Outra situação comum no sistema separador é a presença de toda a infraestrutura de rede de coleta de esgotos, porém, inexistem as unidades complementares como estações elevatórias ou até mesmo estações de tratamento. Nesses casos, os esgotos são transportados e dispostos *in natura*.

A legislação brasileira permite a interligação de esgotos na rede de drenagem pluvial, desde que estes sejam devidamente tratados. Os municípios por sua vez, transferem a necessidade de tratamento aos residentes, que por sua vez instalam sistemas individualizados em suas residências. No entanto, os sistemas de fossa séptica ou fossa-filtro não apresentam uma remoção eficiente dos poluentes (JORDÃO & PESSÔA, 2014). Esses sistemas individualizados raramente recebem a manutenção adequada e, na prática, o esgoto lançado na rede de drenagem é praticamente no estado bruto.

No Brasil, a maioria dos casos de implantação de sistemas separadores absolutos se dá por etapa, na medida em que são liberados investimentos. Normalmente os sistemas de drenagem são instalados em conjunto com a pavimentação dos logradouros, e por conta disso são instalados primeiramente. Nesse caso de implantação "gradual" do sistema separador, os esgotos são lançados "temporariamente" nas GAPs.

Por conta dessa implementação "gradual", a tendência é a de que os investimentos em municípios que já dispõe de redes de drenagem sejam direcionados a construção de EEEs, ETEs e outras unidades de controle como pontos de captação em tempo seco. Apenas numa etapa subsequente seria construída a rede coletora de esgotos. A captação em tempo seco mostra-se como uma alternativa indispensável na evolução do sistema separador implantado por etapas. Essas estruturas derivam os esgotos transportados em GAPs para estações de tratamento, em períodos de estiagem. Todavia, é importante classificar essas estruturas como sendo "alternativas de arranjo", e não "soluções".

Devido a questões como as expostas nesse item, faz-se necessário repensar e avaliar a real eficiência de sistemas separadores absolutos. Uma vez que os serviços de drenagem urbana e os de esgotamento sanitário são administrados por hierarquias diferentes, torna-se complicada a compatibilização da implantação de um sistema separador absoluto.

Partindo-se das diretrizes do saneamento básico previstas na Lei 11.445/2007, e das diretrizes do Plano Nacional de Saneamento Básico (BRASIL, 2013), deve-se buscar a gestão integrada do saneamento básico urbano. A vigência atual da gestão dos sistemas impede o desenvolvimento de uma gestão integrada (CHAMPS, 2009). Além da integração dessa gestão, é necessário o monitoramento e a manutenção constante das ligações e redes antigas, bem como das novas. O combate às ligações irregulares deve ser um trabalho contínuo e de longo prazo. A engenharia deverá prever serviços e tecnologias constante para o combate à essas irregularidades do sistema de esgotamento sanitário, tal como as perdas são combatidas em sistemas de abastecimento de água.

2.4. Principais parâmetros de projetos de esgotamento e drenagem

A concepção e o dimensionamento de SES estão atrelados a uma série de parâmetros de projeto que deverão ser atendidos para o funcionamento eficiente do

sistema, desde as tubulações coletoras até a estação de tratamento. Dentre estes parâmetros, serão listados aqui os considerados fundamentais na determinação do custo de um sistema (separador ou unitário) e nas análises propostas neste trabalho. São eles: as vazões, a tensão trativa, a pavimentação das ruas, a extensão dos coletores e o tratamento e disposição dos efluentes.

2.4.1. Vazões

O esgoto sanitário a ser coletado pelo SES possui como componentes: os efluentes líquidos domésticos, gerados a partir do despejo líquido proveniente das residências; as águas de infiltração, de origem subterrânea e que podem, com o desgaste das tubulações, penetrar na mesma e/ou contribuições parasitárias não previstas; e os efluentes líquidos industriais, provenientes de atividades industriais (SOBRINHO & TSUTIYA, 2011).

Em projeto, a determinação das vazões se dá a partir dos seguintes critérios: contribuição per capita (ou consumo per capita de água, valor estimado dependente de fatores culturais, econômicos e climáticos); o coeficiente de retorno, representando a porcentagem de água consumida que efetivamente será descartada como esgoto; e os coeficiente de variação do consumo ao longo do dia.

Também compõem as vazões de projeto: as contribuições das infiltrações, decorrente do contato de tubulações desgastadas com o lençol freático. Essa parcela depende de outros fatores como as próprias características do solo, o material da rede e a sua manutenção. As taxas normalmente utilizadas são determinadas de forma empírica. Sobrinho e Tsutiya (2011) compilam estudos de medições da infiltração em redes e encontram taxas que variam de 0,02 até 0,4 L/s.km. Na ausência de medições em campo dessas taxas, adotam-se valores médios da ordem de 0,05 a 1,0 L/s.km (indicação da ABNT, 1986).

Vazões provenientes de indústrias são incorporadas pontualmente nos projetos, como vazões concentradas, no caso da existência de indústrias na área de projeto. As vazões industriais variam de acordo com a tipologia da produção e com as dimensões da unidade industrial em questão.

Para o sistema unitário, deve ser prevista também a vazão de chuva a ser coletada pelo sistema. Essa, por sua vez, está diretamente relacionada com o regime pluviométrico da área em questão. Uma vez precipitada, a água esco superficialmente em maior volume conforme maior for o grau de impermeabilização do solo. As características da chuva afetam diretamente a quantificação dessa vazão, uma vez que as chuvas têm durações e intensidades variáveis, e o sistema deverá receber contribuição não apenas durante a chuva, mas também após o término da mesma, enquanto houver escoamento superficial.

Normalmente utilizam-se as chuvas intensas de determinada região como base para o cálculo das vazões, associadas a um coeficiente de *run-off*, representante do grau de impermeabilização do solo, e à área do projeto. Também compõem a vazão de um sistema de drenagem as contribuições parasitárias de esgoto e as vazões de infiltração. No entanto, sendo estas últimas insignificantes frente às vazões precipitadas, são normalmente desconsideradas.

Ferreira (2013) propõe uma rápida análise da ordem de grandeza da vazão de esgotos e da vazão de águas pluviais, encontrando valores cerca de 279 vezes maiores para a última. Tsutiya (2009) também propõe uma reflexão similar, e conclui que a vazão pluvial produzida por 1 ha com um regime de chuvas típico de uma região de clima tropical equivaleria a vazão de esgotos produzida por uma população de 55.000 habitantes.

Essa análise ratifica uma das principais críticas à implantação do sistema unitário em regiões de clima tropical, uma vez que o sistema estaria dimensionado para receber vazões iguais ao somatório das vazões de águas pluviais e das vazões de esgoto, porém funcionaria a maior parte do tempo conduzindo apenas as vazões de esgoto. De forma ampla, as vazões totais do sistema separador absoluto e do sistema unitário são as mesmas, mas no primeiro caso são conduzidas por tubulações separadas.

2.4.2. Diâmetro dos coletores

De acordo com a ABNT (1986), os coletores de esgoto são tubulações que recebem contribuição de esgoto de coletores prediais em qualquer ponto ao longo do

seu comprimento. Devem ser construídos com materiais que garantam a resistência da tubulação às cargas externas e à corrosão química, dentro da disponibilidade de recursos. Normalmente utilizam-se tubulações de PVC para coletores de diâmetros menores (até 400 mm) e o concreto simples ou armado para coletores de diâmetro maior que 400 mm. As tubulações de ferro fundido ou aço são preferíveis para trechos com escoamento pressurizado.

Embora a NBR 9.649 (ABNT, 1986) defina os diâmetros mínimos para coletores de esgoto como 100 mm, na prática os projetistas adotam valores a partir de 150 mm pela maior facilidade de instalação e menores riscos de entupimento.

Para as GAPs, os diâmetros e características mínimas dos coletores são definidos pelas instruções técnicas associadas a cada plano diretor de drenagem urbana. A Rio Águas (2010), por exemplo, define o diâmetro mínimo como 400 mm para as GAPs no município do Rio de Janeiro.

Guimarães e Souza (2004) recomendam a utilização de condutos circulares com diâmetros não menores que 400 mm para sistemas unitários, com a ressalva de que maiores seções podem requerer a construção de calhas internas às tubulações para garantir o aumento da lâmina d'água no tempo seco.

Tsutiya (2009) também compara os custos associados aos diâmetros mínimos previstos para coletores apenas de esgotos e coletores de um sistema unitário, encontrando valores cerca de 2,1 vezes maiores para os últimos.

2.4.3. Tensão Trativa

O esgoto sanitário é composto, dentre outras substâncias, por sólidos de origem orgânica ou inorgânica que tendem a se depositar com o tempo. Ao serem transportados numa tubulação, esses sólidos estão sujeitos a ação gravitacional e poderá ocorrer deposição dos mesmos dentro da tubulação. Essa deposição eventualmente poderá interferir no funcionamento hidráulico da tubulação.

Por conta disso, deve ser previsto no dimensionamento o atendimento a uma tensão tangencial mínima a ser exercida pelo líquido em escoamento. Essa tensão deve ser o suficiente para provocar o movimento das partículas sólidas que se depositam, garantindo a limpeza da tubulação.

Em termos físicos, Sobrinho e Tsutiya (2011) definem a tensão trativa como uma tensão tangencial exercida sobre parede da tubulação pelo líquido em escoamento, ou seja, é a componente tangencial do peso do líquido sobre a unidade de área da parede do coletor e que atua sobre o material sedimentado, promovendo seu arraste. Em hidráulica, calcula-se pela seguinte equação:

$$\sigma = R_h \cdot \gamma \cdot I \quad (1)$$

Onde,

σ = Tensão trativa (Pa)

R_h = Raio hidráulico da seção de escoamento para a vazão mínima (m)

γ = Peso específico da água (kg/m^3)

I = Declividade da tubulação (m/m)

A NBR 9.649 (ABNT, 1986) adota para o dimensionamento de coletores de esgoto o valor mínimo de 1,0 Pa para a tensão trativa. No entanto, a NBR 14.486 (ABNT, 2000) indica para tubulações de PVC a utilização de um coeficiente de Manning $n = 0,010$ e a tensão trativa média de 0,6 Pa para vazões iniciais.

Embora as águas pluviais também carreguem sólidos depositáveis e as GAPs estejam sujeitas ao assoreamento por esses sólidos, a tensão trativa não costuma ser parâmetro de projeto de redes de drenagem. Normalmente utilizam-se os critérios das velocidades mínimas e máximas nas tubulações, que vão nortear o perfil longitudinal das galerias. Tucci (1995) sugere a adoção de velocidades maiores que 0,6 m/s, mas não maiores que 5,0 m/s.

Essa abordagem no dimensionamento flexibiliza a implantação de redes de drenagem, que podem apresentar declividades muito menores daquelas das redes de esgoto. Consequentemente, redes de drenagem tendem a ser menos profundas, reduzindo-se consideravelmente os custos de escavação e escoramento.

Para coletores unitários, Artina et al. (1997) *apud* Ferreira (2013) sugere que o transporte combinado de águas pluviais e esgotos deverá prever uma tensão trativa mínima entre 2,0 e 3,0 Pa. No entanto, na ocasião de chuvas o aumento da vazão é tão grande que a tensão trativa deixa de ser um parâmetro preocupante (FERREIRA, 2013).

Assim, tanto nos sistemas separadores absolutos como nos unitários a atenção principal é o atendimento a tensão trativa mínima de 1,0 Pa no período de estiagem.

Essa necessidade de atendimento à tensão mínima de 1,0 Pa, no caso de coletores unitários, obriga a adoção de declividades mínimas. Além disso, as tubulações devem prever elevadas vazões de pico. O saldo é um sistema com tubulações de grande diâmetro e bastantes profundas, encarecendo o custo de implantação do sistema.

2.4.4. Pavimentação das ruas

A implantação de sistemas de drenagem não pode estar desvinculada da pavimentação do solo, sendo requisito obrigatório em processos licitatórios. A pavimentação é indispensável para favorecer o escoamento superficial e a condução das águas pluviais às unidades do sistema de drenagem. Normalmente define-se a cota da descarga no corpo d'água e as declividades mínimas necessárias, e a partir daí se estabelecem as cotas do terreno pavimentado.

Já as redes de coleta de esgoto não são dependentes da pavimentação do solo para apresentarem bom funcionamento. Em realidade as redes podem ser assentadas sob vias de terra, desde que os critérios de recobrimento mínimo sejam atendidos para esse tipo de cobertura.

Os sistemas combinados por sua vez, por contemplarem a captação de águas pluviais, também estarão atrelados à pavimentação do solo para apresentarem bom funcionamento. Um sistema unitário implantado em uma área de vias não pavimentadas funcionará simplesmente como um sistema separador.

2.4.5. Extensão dos coletores

Não existe recomendação mínima para extensão de coletores de esgoto, mas espera-se que estes tenham a capacidade de atender integralmente toda a bacia de esgotamento em questão. Seus órgãos acessórios e a cobertura da rede devem estar dispostos de forma que as ligações prediais das residências de toda a população a ser esgotada possam ser realizadas.

Por outro lado, para sistemas de drenagem, como parte do escoamento é feito de forma superficial, espera-se que não seja necessário o assentamento de galerias em toda a extensão das vias de uma bacia. Na realidade, Tsutiya (2009) estima que redes de drenagem sejam normalmente implantadas em apenas 50% das vias pavimentadas.

Por conta disso, em sistemas separadores absolutos não é necessária a implantação de exatamente o dobro da extensão de tubulações de um sistema unitário, como poderia ser esperado, já que as redes de drenagem não cobrem integralmente a área de projeto.

Em sistemas unitários, no entanto, prevê-se a cobertura integral da área, pois o sistema deve atender todas as ligações prediais previstas. Nas áreas em que o escoamento se dá superficialmente, portanto, é necessária a coleta de esgotos, justificando-se a adoção de diâmetros menores.

2.4.6. Tratamento e disposição

Tratar esgotos significa submeter os mesmos a uma ou mais operações unitárias que vão atuar de forma a reduzir ou eliminar a concentração de poluentes e substâncias indesejadas do efluente. As técnicas utilizadas podem promover remoção física, química ou biológica. O arranjo da estação de tratamento será definido visando atender os parâmetros mínimos de lançamento de efluentes estabelecidos por lei, associados à eficiência de remoção da tecnologia de tratamento empregada.

No sistema separador absoluto, toda a vazão de esgotos deverá ser encaminhada para uma estação de tratamento. Por outro lado, para as vazões de águas pluviais não são previstos quaisquer tipos de tratamento, podendo estas serem descarregadas em qualquer ponto apta a recebê-las. Atualmente sabe-se que, por conta da limpeza do pavimento e de telhados promovida pelo escoamento superficial da água de chuva, as águas provenientes dos primeiros minutos de chuva possuem uma elevada carga poluente e deveriam ser aportadas para tratamento.

No sistema combinado, a maior dificuldade do tratamento está no dimensionamento de uma estação que apresente elevada eficiência de remoção para as vazões em tempo seco e nos períodos de chuva. Tsutiya e Bueno (2004) ressaltam a impossibilidade de se adequar uma estação de tratamento a variações de vazões da ordem de 100 vezes. Bernardes e Soares (2004) ratificam essa dificuldade, indicando

que a variação na qualidade do afluente e a sobrecarga hidráulica tornam uma estação desse tipo ineficiente.

A solução utilizada em países europeus para lidar com as ineficiências do tratamento foi limitar a vazão afluente a estação para 2 a 10 vezes a vazão de esgotos. Além disso, muitas estações apresentam duas linhas de tratamento: uma para o tempo seco e uma para eventos de chuva, sendo as vazões excedentes ao limite estabelecido extravasadas no corpo receptor.

A EPA (1995), por sua vez, propõe diferentes critérios para a definição das vazões a serem direcionadas as estações de tratamentos. Dentre eles o aporte de ao menos 85% das vazões médias anuais combinadas para o tratamento secundário e/ou o aporte da vazão combinada de esgotos e águas pluviais necessária para o tratamento integral de toda carga de poluentes presente nos esgotos. Além disso, o órgão só permite quatro extravasamentos por ano de águas pluviais sem receber ao menos tratamento primário.

No Brasil, os padrões de lançamento em âmbito nacional são definidos pela resolução CONAMA 357/2005 (CONAMA, 2005) e complementados pela resolução CONAMA 430/2011 (CONAMA, 2011). A tabela a seguir mostra concentrações típicas de alguns poluentes nas águas de escoamento superficial, nos esgotos sanitários e nos esgotos combinados e comparam com valores de referência das resoluções supracitadas para a qualidade esperada em corpos hídricos enquadrados como água doce classe 2 (o caso da grande maioria dos rios brasileiros).

Tabela 1 - Concentrações típicas de poluentes encontrados em efluentes

Parâmetro	Tipo de Efluente			VR
	Escoamento superficial	Esgoto sanitário	Esgoto combinado	Águas doces classe 2
DBO ₅ (mg O ₂ /L)	8-30	200-500	40-225	5
DQO (mg O ₂ /L)	40-73	400-800	150-530	-
Coliformes Totais (NMP/100ml)	104-107	106-109	106-107	2500
Coliformes Fecais (NMP/100ml)	103-106	105-108	105-106	2000
Amônia (mgN/L)	0,5-1,5	20-40	3,0-12,0	1,0*
Nitrato (mgN/L)	0,48-0,91	0-2,0	-	10,0
Fósforo Total (mgP/L)	0,67-1,66	4-15	1,2-10,0	0,1**
Chumbo (µgPb/L)	30-210	-	140-600	0,01
Zinco (µgZn/L)	135-490	-	100-1.070	0,18

*Nitrogênio Amoniacal Total

**para 8,0 pH 8,5. Valor máximo permitido.

Fonte: Ferreira (2013)

3. Metodologia

3.1. Definição das análises propostas

Conforme enumerado no Capítulo 1 deste trabalho, foram propostas 3 análises no âmbito dos princípios de adoção dos sistemas separadores absolutos e dos sistemas unitários de acordo com as suas aplicações mais usuais. Foram elas:

- a) Comparação técnica e econômica da implantação de um sistema separador absoluto e de um sistema unitário em uma região com características pluviométricas tropicais. As características do regime pluviométrico tropical se aproximam da realidade brasileira, sendo uma denominação própria para caracterizar o clima do Rio de Janeiro, por exemplo. Essa discussão visa comparar os seguintes custos dos sistemas: de implantação da rede, das elevatórias, de tratamento e dos dispositivos auxiliares (extravasores e reservatórios). Todas as comparações serão feitas a luz das normas que regem a implantação desses sistemas.
- b) Avaliação da eficiência hidráulica e sanitária da rede de drenagem de um sistema separador absoluto quando recebe temporariamente as vazões totais de esgoto. Essa situação reflete o que ocorre com a implementação gradual do sistema separador absoluto, quando os esgotos são lançados temporariamente nas GAPs enquanto não ocorre a construção das redes de coleta de esgoto.
- c) Comparação técnica e econômica entre a implantação de um sistema unitário em região de clima tropical e temperado. O objetivo visa buscar respostas para a preferência do sistema unitário em países europeus, em luz das legislações inerentes à implantação desses sistemas.

Todos os critérios e parâmetros adotados no projeto de dimensionamento das estruturas propostas serão detalhados nesta sessão. Para isso, propõe-se a seguinte denominação por sigla das diferentes soluções visando facilitar a identificação de cada caso:

- Sistema Separador Absoluto, redes de esgotamento: SEP-ESG
- Sistema Separador Absoluto, redes de drenagem: SEP-DRE
- Sistema Unitário no clima tropical: UnTro

- Sistema Unitário no clima temperado: UnTem

Os critérios norte-americanos são aqueles definidos pela EPA (1995) para o dimensionamento de sistemas combinados de coleta de esgoto, os quais se aplicam principalmente a definição das vazões combinadas a serem direcionadas ao tratamento, bem como as condições mínimas para extravasamento. A Europa por sua vez também possui uma série de instruções normativas visando regular o funcionamento de sistemas combinados. Dessa forma, a aplicação de critérios mais ou menos restritivos no âmbito desse trabalho visa comparar seus reflexos nos custos e no dimensionamento do sistema.

Além disso, para todos os casos foram propostos três adensamentos populacionais típicos (baixo, médio e alto adensamento), que influirá nas vazões de esgoto geradas. Foram aplicadas duas declividades de terreno ao arruamento proposto, que também influirão no atendimento aos parâmetros de projeto. Esses cenários serão detalhados nos tópicos a seguir.

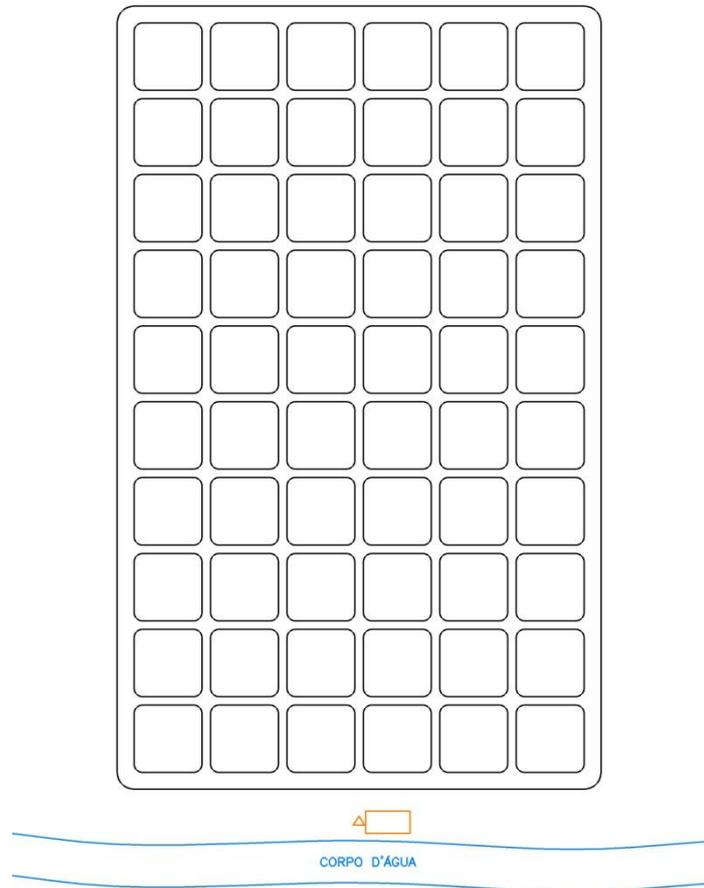
3.2. Caracterização da área de estudo

A área de estudo escolhida para o projeto foi um modelo genérico, simples e retangular com direção única de escoamento. A área em questão encontra-se à margem de um corpo d'água que funcionará como corpo receptor. A localização da EEE e da ETE (em laranja no esquema) finais foi pré-definida com intuito de promover o direcionamento dos efluentes a um ponto comum em todos os cenários. A concepção de um SES deverá levar em conta as características específicas de cada região de projeto. O trabalho de Ferreira (2013) propôs discussões semelhantes, porém utilizou uma base topográfica específica com recortes topográficos e certa complexidade que resultaram por gerar dados discutíveis. A adoção de uma base topográfica genérica garante a simplificação do trabalho e aposta na geração de resultados mais representativos.

Cada lote tem dimensão de 80x80 metros, e estão dispostos em 10 fileiras de 6 lotes cada, totalizando 60 lotes. A grande maioria das vias é do tipo coletor, com 10 metros de largura. As quatro vias que contornam a área são consideradas avenidas com

20 metros de largura. A área total é de 53 hectares. A figura a seguir ilustra a base em terreno plano elaborada para o trabalho.

Figura 4 - Área de estudo em terreno plano

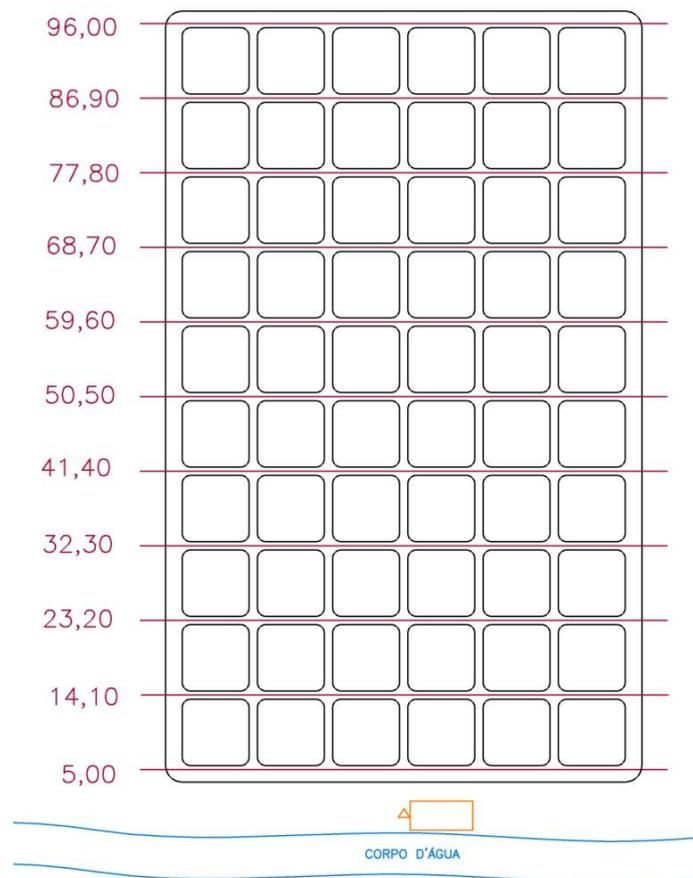


Fonte: elaboração própria

Conforme anteriormente indicado, foram trabalhados dois perfis de terreno típicos. Em um deles a área de estudo encontrava-se numa região de terreno completamente plano, com a cota de 6,0 metros em toda a área.

No outro cenário foi aplicada uma declividade linear e constante no perfil do terreno de 10% a partir da cabeceira até o corpo d'água. Esse valor foi determinado a partir da análise empírica de regiões da cidade do Rio de Janeiro como Humaitá, Laranjeiras e Jardim Botânico, que apresentavam em alguns trechos declividades similares a essa. Desta forma, cada arruamento horizontal encontra-se numa cota diferente do anterior, conforme a figura a seguir.

Figura 5 - Área de estudo em terreno inclinado



Fonte: elaboração própria

Por conta das definições do sistema de drenagem, exige-se a pavimentação de todas as vias. Em ambos os cenários topográficos propostos considerou-se a pavimentação integral dos logradouros com asfalto.

3.3. Definição das populações de projeto

A vazão de efluentes a ser coletada em determinada área está diretamente relacionada com a população residente geradora desses efluentes. A determinação da população muitas vezes é feita a partir da distribuição da mesma no espaço, uma vez que se prevê certa homogeneidade a partir das densidades populacionais estabelecidas.

Ferreira (2013) compilou as recomendações principais adotadas pela SABESP em relação à determinação das densidades demográficas de saturação. Estas são definidas de acordo com as características de cada bairro. Por exemplo, bairros

residenciais de luxo, com lote padrão em torno de 800 m², apresentam densidade da ordem de 100 hab/ha. Bairros comerciais, por sua vez, podem apresentar densidades de até 1000 hab/ha.

Levando em conta uma área de projeto constante, o grau de adensamento está diretamente ligado à quantidade de efluentes gerados. Consequentemente, quanto maior o adensamento mais robusto deverá ser o sistema de esgotamento sanitário. É importante considerar que o grau de adensamento também está relacionado com a taxa de impermeabilização do solo e, consequentemente, com as dimensões das redes de drenagem.

Para esse trabalho foram adotadas as densidades mínimas de bairros residenciais de luxo e máxima de zonas comerciais. Adotou-se ainda um valor intermediário de 500 hab/ha. A tabela a seguir relaciona essas densidades com a área de projeto, demonstrando as populações adotadas em cada cenário.

Tabela 2 - Populações de projeto

Grau de adensamento	Densidade de saturação hab/ha	Número de habitantes
Baixo	100	5300
Médio	500	26500
Alto	1000	53000

Cabe ainda ressaltar que o presente trabalho visa apresentar soluções para uma área de projeto nova, inabitada. Assim, a população inicial para fins de cálculo de vazões é nula.

3.4. Projeto do Sistema Separador Absoluto - Esgotamento Sanitário (SEP-ESG)

Projetos de engenharia são normalmente classificados quanto ao grau de complexidade e estágio de implantação do projeto. Projetos conceituais normalmente visam apenas caracterizar e ensaiar as alternativas técnicas. Após a concepção, geram-se projetos básicos, mais detalhados quanto às obras e serviços necessários. Por fim, o projeto executivo é o projeto que se baseia nas normas técnicas e dita detalhadamente o cronograma de serviços da obra, reunindo os elementos necessários para a ocorrência da mesma (FERREIRA, 2013).

Ressalta-se que o objetivo desse trabalho não é gerar projetos em nenhuma dessas dimensões. O foco é o projeto de dimensionamento hidráulico das estruturas e levantamento de quantitativos, de acordo com a literatura técnica usual, normas aplicáveis e a prática comum em projetos de engenharia sanitária.

Para o dimensionamento foi utilizado o software Sancad, da empresa SANEGRAPH, em conjunto com planilhas auxiliares e com o software AutoCAD.

3.4.1. Traçado da rede

Todos os traçados e desenhos de engenharia utilizados nesse projeto foram feitos em plataforma AutoCAD. O software de dimensionamento de redes de esgotamento sanitário Sancad oferece uma interface com o AutoCAD que permite o lançamento otimizado de redes. Utilizaram-se essas duas ferramentas no lançamento da rede.

As redes de esgotamento foram traçadas de forma a atender todos os logradouros previstos na área de projeto, com cobertura integral. O traçado foi elaborado de forma a otimizar as declividades do terreno, evitando caminhos mais longos e o aprofundamento da rede. Em cada interseção de ruas definia-se um poço de visita, enquanto nas cabeceiras de cada coletor definia-se um ponto de limpeza.

Há recomendação geral de que o comprimento máximo de um trecho, é dizer, a distância entre dois poços de visita, seja de 100 metros. Essa distância é definida pelo alcance dos dispositivos de limpeza e desobstrução de tubos (FERREIRA, 2013). A NBR 9.649 (ABNT, 1986), por sua vez recomenda trechos de no máximo 80 metros. No entanto, pelas dimensões dos lotes da área em questão e pelo próprio arranjo do traçado ótimo, admitiram-se alguns trechos de até 95 metros.

Da mesma forma, limitou-se a profundidade nas redes coletoras de esgoto a 4,0 metros. Profundidades maiores podem ocasionar dificuldades na execução de ligações prediais. No caso de profundidades maiores deve-se prever a instalação de uma estação elevatória de esgotos, salvo casos em que a rede se encontra já bastante próxima da ETE prevista. Assim, nos cenários de topografia plana onde o aprofundamento da rede de esgotos é previsivelmente bastante acentuado, estabeleceu-se a necessidade de uma EEE no meio da área de projeto. Essa EEE reúne os esgotos gerados nos dois terços superiores da área de projeto, e recalca esses esgotos para o PV mais próximo, a jusante da bacia de esgotamento.

Em resumo, na situação em que o terreno possui declividade de 10% utilizou-se um traçado do tipo espinha de peixe. No caso da topografia completamente plana, utilizou-se um traçado genérico visando otimizar a área de projeto nos dois terços superiores. Após o recalque na EEE, utilizou-se o traçado espinha de peixe.

Todos os traçados podem ser visualizados com detalhe nos apêndices deste trabalho.

3.4.2. Vazões de projeto

A determinação das vazões de projeto se baseia na estimativa de vazões no início e no final do horizonte de projeto. É dizer que os parâmetros das normas deverão ser atendidos tanto para as vazões mínimas de projeto quanto para as máximas. A NBR 9.649 (ABNT, 1986) indica a utilização das seguintes fórmulas para cálculo das vazões de projeto:

$$Q_i = \frac{P \cdot q \cdot C \cdot K_2}{86400} + I \quad e \quad Q_f = \frac{P \cdot q \cdot C \cdot K_1 \cdot K_2}{86400} + I \quad (2)$$

Onde,

Q_i = Vazão inicial de esgotos (L/s)

Q_f = Vazão final de esgotos (L/s)

P = População no final do horizonte de projeto (hab)

q = Consumo de água per capita (L/hab.dia)

C = Coeficiente de Retorno

K_1 = Coeficiente relativo ao dia de maior consumo no ano

K_2 = Coeficiente relativo à hora de maior consumo no dia

I = Contribuição pela infiltração (L/s)

O consumo per capita de água está relacionado às características culturais, sociais, climáticas e econômicas da população de projeto, podendo variar de 100 a 300 L/hab.dia. No projeto, adotou-se para todos os casos um valor médio de 200 L/hab.dia. O coeficiente de retorno usualmente adotado em projetos é de 80%. Os coeficientes K_1 e K_2 também variam de acordo com a localidade. A NBR 9.649 (1986), no entanto, sugere a utilização de $K_1 = 1,2$ e $K_2 = 1,5$.

Como as soluções propostas no presente trabalho seriam aplicadas a uma área nova, inabitada, é coerente admitir a população inicial nula. Dessa forma, a contribuição de esgotos no início de plano também é nula, considerando-se apenas as vazões de

infiltração. Por conta disso, para o atendimento de todas as condições mínimas de projeto, será utilizada a vazão mínima para dimensionamento hidráulico de coletores de esgoto de 1,5 L/s prevista na norma.

A infiltração, conforme discutido anteriormente, é uma taxa relacionada às águas subterrâneas e podem assumir diversos valores. A norma recomenda a utilização de um valor entre 0,05 e 1,0 L/s.km. Para o projeto foi adotado um valor médio de 0,5 L/s.km em todos os trechos.

As vazões encontradas por essas fórmulas representam o montante total de esgotos gerados na área de projeto. Alocar as vazões individualmente por ligação predial é extremamente dispendioso e complicado, dificilmente representando a situação a real. O que a prática indica é a transformação da vazão total de esgotos em uma taxa de contribuição linear a ser aplicada ao longo de toda a extensão da rede, a partir da seguinte fórmula:

$$T_x = \frac{Q}{L} \quad (3)$$

T_x = Taxa de contribuição linear de esgotos (L/s.km)

Q = Vazão de esgotos (L/s)

L = Extensão total da rede (km)

Não foram consideradas vazões concentradas de origem industrial nos projetos pois tal feito afetaria a premissa de homogeneidade na distribuição dos esgotos gerados. Da mesma forma, futuras ligações clandestinas foram desconsideradas do dimensionamento, inclusive pela premissa de que o sistema separador funcionaria adequadamente.

As redes de esgoto no cenário plano possui extensão levemente menor que no cenário com declividade de 10%. Por conta disso, as contribuições lineares de esgoto variam em cada cenário. A tabela a seguir mostra as contribuições encontradas em cada cenário:

Tabela 3 - Contribuições de esgoto por cenário

Grau de adensamento (hab/ha)	Habitantes	Vazão de esgotos (L/s)	Extensão da rede coletora (m)	Taxa de contribuição linear (L/s.m)
Topografia Plana				
100	5.300	17,67	10.935	0,00162
500	26.500	88,33	10.935	0,00808
1.000	53.000	176,67	10.935	0,01615
Declividade 10%				
100	500	17,67	10.956	0,00161
500	26.500	88,33	10.956	0,00806
1.000	53.000	176,67	10.956	0,01612

3.4.3. Parâmetros e critérios adotados

Conforme explicado no item 2.4.2 deste trabalho, os diâmetros mínimos adotados para as redes coletoras de esgoto foram de 150 mm. Como a distribuição linear foi aplicada a todos os trechos da rede, mesmo o coletor tronco que recebe as contribuições dos coletores anteriores não foi dimensionado como interceptor. Portanto, o diâmetro mínimo de 150 mm foi levado em consideração para toda a rede.

Definiu-se que o diâmetro das tubulações de 150 mm a 400 mm seriam de material PVC, enquanto tubulações de diâmetros superiores seriam de material concreto. Como a tendência dos projetos atuais é a de utilização do PVC, preferiu-se a sua utilização em relação às manilhas de cerâmica. Ambas as escolhas atendem as necessidades mínimas de resistência às cargas externas.

Para garantir a preservação das tubulações desses materiais contra as cargas externas aplicadas às pistas de rolamento, adotou-se um recobrimento mínimo de 0,9 m para todos os trechos. Ratifica-se as profundidades máximas dos coletores de 4,0 m, salvo quando da inviabilidade de alteração do projeto ou quando julgou-se válido o aprofundamento por tratarem-se de trechos de pequena extensão.

No dimensionamento de condutos livres, a perda de carga no escoamento devido ao atrito relacionado a rugosidade da tubulação é representada pelo coeficiente de Manning. A tabela a seguir apresenta valores típicos para esse coeficiente em tubulações de diferentes materiais:

Tabela 4 - Coeficientes de Manning típicos

Material da tubulação	Coeficiente de Manning
Aço rebitado	0,015
Aço soldado	0,011

Cerâmicos vitrificados	0,013
Cimento-amianto	0,011
Concreto com revestimento	0,012
Concreto sem revestimento	0,015
FoFo com revestimento	0,012
FoFo sem revestimento	0,013
Ferro galvanizado	0,014
Madeira aparelhada	0,011
PVC	0,010

Fonte: Fernandes (1997)

Ferreira (2013) cita que os componentes presentes no esgoto aderem às paredes das tubulações, ainda que estas sejam de plástico liso, como o PVC. Assim, com a passagem do esgoto, essas substâncias aderem as paredes do PVC e formam uma camada rugosa na parede lisa do mesmo, aumentando seu coeficiente de Manning.

A ASCE (Americam Society of Civil Engineers) *apud* ABCT (2004) dispõe que passado um tempo do início de operação de uma rede de esgotos, o coeficiente de Manning das tubulações convergem para um valor constante. Esse valor independe do material da tubulação, uma vez que está associado a camada de limo acumulada sobre a parede de qualquer tubo. Esse valor seria em torno de 0,013.

Por conta disso, ainda que as tubulações de diâmetros menores tenham sido de material PVC, não se utilizaram os valores usuais de Manning $n = 0,010$ e trativa de 0,6 Pa para esse material. Em todos os casos, as tubulações foram dimensionadas com Manning $n = 0,013$ visando atender as tensões trativas de 1,0 Pa.

Como o cenário inicial prevê contribuição nula de esgotos, a vazão mínima de 1,5 L/s (correspondente à descarga de um sanitário) é adotada no dimensionamento de cada trecho. Por conta disso, a declividade mínima admissível em cada trecho será sempre de 0,0045 m/m. Esse valor deriva da seguinte equação:

$$I_{mín} = 0,0055 \cdot Q_i^{-0,47} \quad (4)$$

Onde,

$I_{mín}$ = Declividade mínima m/m

Q_i = Vazão mínima de projeto (L/s)

A NBR 9.649 (ABNT, 1986) estabelece uma lâmina d'água máxima correspondente ao preenchimento de 75% da seção de escoamento da tubulação. Assim, para as vazões de final de plano, esse critério deverá ser atendido. Para a lâmina d'água

mínima adotou-se aquela referente à vazão mínima de dimensionamento, sendo a tensão tratativa o critério a ser verificado.

O software Sancad oferece ainda a opção de prever o controle do remanso gerado em situações em que há desnível entre as tubulações de chegada e saída do poço de visita. Como essa situação não ocorreu nos dimensionamentos realizados, essa opção foi desconsiderada.

Outro parâmetro a ser atendido é o da velocidade crítica em cada trecho. Essa velocidade está relacionada ao escoamento das vazões máximas do projeto. Caso essa velocidade seja excedida, deverá ser admitida uma lâmina máxima de apenas 50% na tubulação. As velocidades críticas são calculadas a partir da seguinte equação:

$$V_c = 6 \cdot \sqrt{g \cdot R_h} \quad (5)$$

Com,

V_c = Velocidade crítica em m/s

g = Aceleração da gravidade 9,82 m/s²

R_h = Raio hidráulica da seção de escoamento da vazão máxima

De uma forma geral, não são recomendadas velocidades acima de 5,0 m/s em tubulações com escoamento por conduto livre, tendo em vista a preservação das paredes da tubulação.

Tubos de queda foram previstos como estruturas de redução da energia cinética da água em casos de velocidades elevadas na chegada a poços de visita a jusante. Também foram previstas estruturas desse tipo no caso da cota de chegada de um coletor ser muito elevada em relação a cota de saída do coletor seguinte.

3.4.4. Dispositivos auxiliares - Estações Elevatórias

As estações elevatórias de esgotos são dispositivos auxiliares dos SES e tem como função a elevação da vazão conduzida de uma cota mais baixa para uma cota mais alta, normalmente em função do aprofundamento da rede.

Para o SEP-ESG foi prevista a instalação de uma EEE junto a cada estação de tratamento, com a finalidade de recalcar os esgotos que chegam em tubulações

profundas para a cota da primeira unidade de tratamento. Além disso, nos cenários onde o terreno foi considerado plano previu-se a utilização de uma EEE intermediária, visto que a rede atingiu profundidades maiores que 4,0 metros no meio do sistema.

Este trabalho não prevê o dimensionamento completo e detalhado das EEEs, mas sim a sua orçamentação, de modo a comparar os custos de bombeamento nos diferentes cenários. Dessa forma, não foi preciso calcular as dimensões exatas dos poços de sucção, dos diâmetros ou da bomba. Para a precificação foram utilizadas curvas de custos paramétricas, a saber:

$$\text{Custo (US\$)} = 3.290 \times H^{0,330} \times Q^{0,679} \quad (6)$$

Com,

H = altura manométrica total, em m.c.a.

Q = vazão recalçada, em L/s

E,

$$\text{Custo (R\$)} = -0,8444 \times P^2 + 6.915,9 \times P + 188.609 \quad (7)$$

Com,

P = Potência estimada da bomba, em CV

Como esse trabalho não apresentará o dimensionamento completo das estações elevatórias adotou-se um valor fixo de 50 m.c.a. para a altura manométrica. A potência da bomba, por sua vez, derivou da seguinte equação:

$$P = \frac{\rho \cdot Q \cdot H}{75 \cdot \eta} \quad (8)$$

Onde,

P = Potência da bomba, em CV

ρ = Massa específica do líquido, adotado como 1.000 kg/m³

Q = Vazão em m³/s

H = altura manométrica, m.c.a.

η = rendimento da bomba, adotado 70%

O resultado da primeira equação, em dólares, foi convertido para reais a partir do valor do dólar comercial no mês de referência desse projeto, ou seja, Abril de 2015. A

segunda equação também foi corrigida para o mês de referência do projeto. Dentre os dois custos obtidos com as duas diferentes equações, selecionou-se de maneira conservadora o maior deles como o custo da EEE.

3.4.5. Tratamento de Esgotos

A estação de tratamento de esgotos é responsável pela efetiva remoção das substâncias poluentes do efluente a ser disposto no corpo hídrico. Apesar disso, não existe um modelo padrão de estação, ou tecnologias que obrigatoriamente devem ser utilizadas. Dessa forma, diferentes ETEs podem apresentar diferentes tecnologias de tratamento, objetivando atingir um grau de qualidade final compatível com aquele preconizado pela legislação para o lançamento final.

Para esse trabalho foi necessário definir uma linha de tratamento a ser aplicada em todos os cenários em questão. Adotou-se o modelo de ETE conhecido como convencional (Jordão & Pessôa, 2014), composto por:

- Pré-tratamento (gradeamento + caixa de areia)
- Tratamento primário (decantadores primários)
- Tratamento secundário ou biológico (tanques de aeração + decantadores secundários)
- Tratamento da fase sólido (adensadores, digestores e secadores de lodo)

Da mesma maneira que para as estações elevatórias, esse trabalho não visa o dimensionamento detalhado das unidades da ETE, mas sim a sua orçamentação de acordo com as diferentes vazões de esgotos geradas.

Os custos de uma estação de tratamento estão ligados a diversos fatores geotécnicos, topográficos e principalmente do grau de tratamento adotado. Não por menos, encontra-se uma disparidade muito grande entre os custos de implantação de ETEs no âmbito nacional (Jordão & Pessôa, 2014). Por conta disso, a precificação de uma ETE é uma tarefa bastante complexa. Para este trabalho, utilizaram-se os Indicadores de Custos de Referência e de Eficiência Técnica para análise de engenharia de infraestrutura de saneamento (Brasil, 2011).

A tabela a seguir foi utilizada para definição do custo per capita para implantação da ETE, em cada cenário.

Tabela 5 - Custo per capita de Estações de Tratamento de Esgotos

Indicador	Especificação	Região Sudeste (3,0 hab/dom)	Atendimento
		R\$/habitante	Número de domicílios
IES_C5	Custo unitário de Tratamento ETE por habitante como ocupante familiar - Eficiência de Remoção de DBO de 85-98%	617,00	1.001<D<2.000
		233,00	2.001<D<4.000
		160,00	4.001<D<6.000
		160,00	6.001<D<10.000
		165,00	10.001<D<12.000
		165,00	12.001<D<14.000
		165,00	14.001<D<16.000
		165,00	16.001<D<18.000
		170,00	18.001<D<20.000
		180,00	20.001<D<34.000
		210,00	34.001<D<64.000

Fonte: adaptada de Brasil (2011)

Adotou-se um valor médio de reais por habitante referente à região Sudeste, igual a 218,00. Para cada caso, multiplicou-se esse valor pelo número de habitantes no final do horizonte de projeto, obtendo-se o custo total estimado para a Estação de Tratamento de Esgotos. Esse custo foi, ainda, corrigido para o mês de Abril de 2015 pelo INCC.

3.5. Projeto do Sistema Separador Absoluto - Drenagem Pluvial (SEP-DRE)

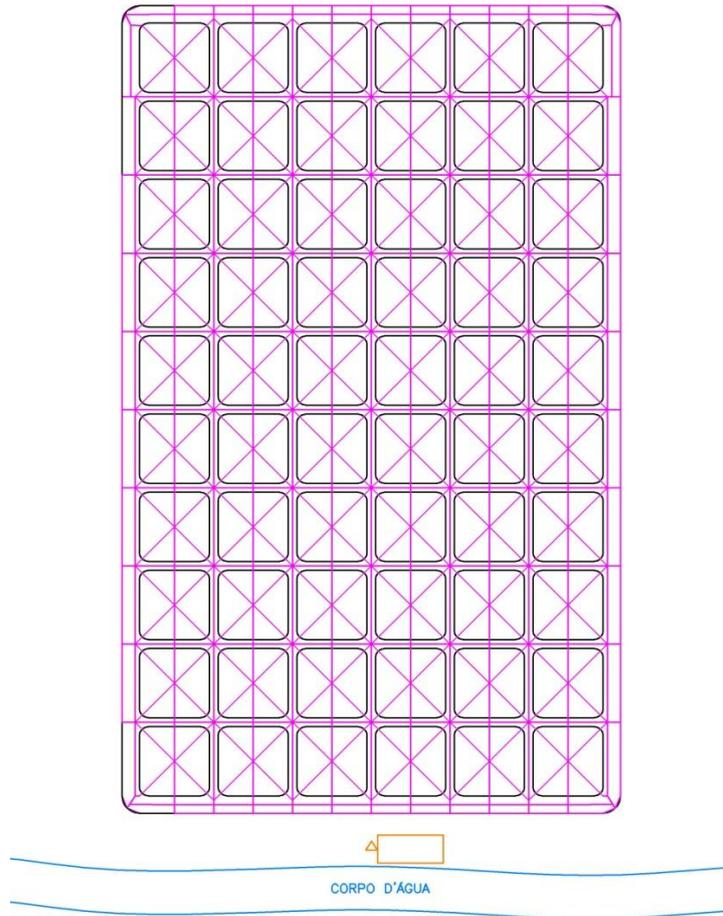
Ressalta-se novamente o caráter analítico do trabalho, que não confere a necessidade de se produzir projetos básicos ou executivos de engenharia. A ênfase estará no projeto do dimensionamento hidráulico das estruturas componentes dos sistemas.

Para o dimensionamento das redes de drenagem foi utilizado o software Drenar da empresa SANEGRAPH. Esse software possui uma interface que funciona junto ao AutoCAD, facilitando o lançamento da rede e de seus dispositivos.

3.5.1. Traçado da rede

O lançamento da rede em ambiente AutoCAD auxiliado pelo software Drenar é realizado em etapas. Primeiramente são definidas as áreas de contribuição da bacia que definirão as vazões de projeto a serem captadas. Essas foram traçadas pelo método do telhado, aplicável em áreas urbanas com quadras definidas pelo arruamento. A figura a seguir ilustra o arranjo das áreas de contribuição definidas para o projeto de drenagem.

Figura 6 - Áreas de contribuição para drenagem



Fonte: elaboração própria

A água precipitada sob as áreas de contribuição do projeto deverá ser captada por meio dos dispositivos de micro-drenagem apresentados no subitem 2.2 deste trabalho.

As sarjetas foram traçadas com orientação do arruamento padrão como dispositivo inicial para a condução das águas. Em cada via estabeleceu-se uma ou duas sarjetas em cada margem da pista, dependendo da configuração das GAPs. Ao final de cada sarjeta alocou-se uma boca de lobo para captação das águas conduzidas. Desta forma, toda área de contribuição definida no traçado foi atendida por uma sarjeta e uma boca de lobo, garantindo que toda a chuva de projeto precipitada sob a área fosse escoada e coletada pelas galerias.

Os tubos de ligação entre as bocas de lobo e as galerias foram lançados automaticamente pelo programa, fazendo a conexão entre os dispositivos de condução

superficial e as GAPs. Estas últimas foram traçadas de forma perpendicular desde os pontos mais afastados da área de projeto até o corpo d'água. Poços de visitas foram lançados em cada cruzamento, garantindo que houvesse a coleta da água escoando naquela região.

No total, foram definidas 7 galerias, uma para cada rua que corta a área de estudo transversalmente. Devido à simetria da área de estudo, as duas galerias laterais são responsáveis por drenar vazões idênticas. Da mesma forma, as 5 galerias centrais também serão responsáveis pela drenagem de vazões idênticas.

Essa composição facilita o dimensionamento uma vez que pode ser feito apenas duas vezes e repetido para as demais galerias. Todos os traçados podem ser detalhadamente analisados nos apêndices deste trabalho.

3.5.2. Vazões de projeto

Existem diversos métodos propostos pela hidrologia para o cálculo de vazões de escoamento de águas precipitadas sobre determinada área. Dentre os mais utilizados está o chamado método racional, que propõe um equacionamento simples e eficiente para bacias pequenas, com área inferior a 300 ha (TOMAZ, 2010). O método pressupõe que a vazão máxima de uma bacia contribuinte ocorre quando toda a bacia está contribuindo, e que esta vazão é uma fração da precipitação média (WILKEN, 1978 *apud* FERREIRA, 2013). A equação proposta é a seguinte:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{360} \quad (9)$$

Onde,

Q = Vazão de pico, m³/s

C = Coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de *run-off*

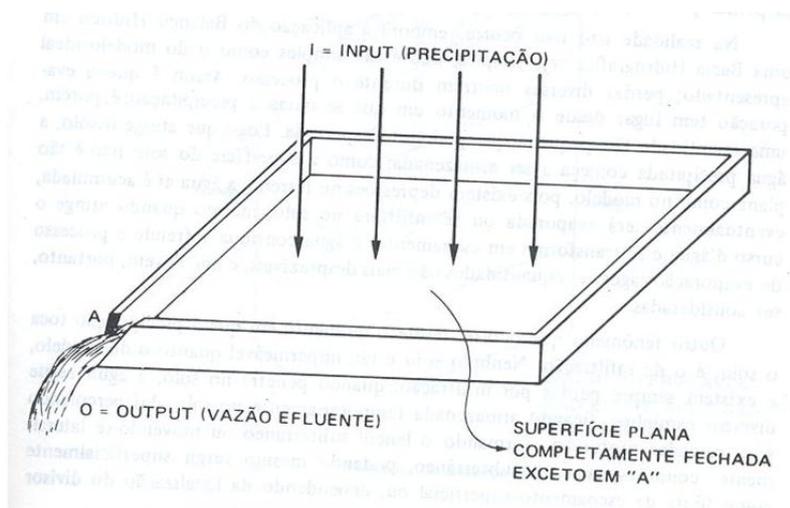
i = Intensidade média da chuva, mm/h

A = Área da bacia, ha

O próprio software Drenar aplica essa fórmula em todas as áreas de contribuição definidas pelo traçado. Como o traçado que delimita as áreas de contribuição abrange a totalidade da superfície de projeto, a área total é de 53 hectares. A figura a seguir ilustra o funcionamento do método, e justifica a sua aplicabilidade nesse trabalho. O ponto A

na figura seria o equivalente a uma boca de lobo, responsável por coletar a água proveniente de uma área de contribuição, conduzida pelas sarjetas.

Figura 7 - Representação do Método Racional



Fonte: Tomaz (2010)

O coeficiente de *run-off*, parâmetro utilizado na equação do método racional e em diversas outras metodologias hidrológicas, representa a capacidade da superfície em gerar escoamento superficial. Está sempre relacionado às características físicas do solo e ao seu grau de ocupação. Costuma ser extremamente dispendiosa a definição exata do valor do coeficiente, visto que a permeabilidade de uma área é extremamente variável. Normalmente são utilizados valores já estabelecidos na prática e que estão associados as características gerais da área de ocupação em questão. A tabela a seguir mostra alguns valores típicos para o coeficiente 'C' utilizados em áreas urbanas.

Tabela 6 - Coeficientes de *run-off* associados à ocupação do solo

Tipo de ocupação do solo	C
Edificação muito densa: partes centrais, densamente construídas de uma cidade com rua e calçadas pavimentadas.	0,70 a 0,95
Edificação não muito densa: partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitação, mas com ruas e calçadas pavimentadas.	0,60 a 0,70
Edificações com poucas superfícies livres: partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas.	0,50 a 0,60
Edificações com muitas superfícies livres: partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas, mas com muitas áreas verdes.	0,25 a 0,50
Subúrbios com alguma edificação: partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construções..	0,10 a 0,25
Matas, parques e campos de esporte: partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados e campos de esporte sem pavimentação.	0,05 a 0,20

Fonte: Tucci (1995)

Para o projeto em questão, apesar dos diferentes tipos de adensamentos propostos, foi adotado um coeficiente 'C' igual a 0,60 para todos os cenários. Esse coeficiente seria equivalente ao de uma área com edificações, com ruas e calçadas pavimentadas, com uma pouca quantidade de superfícies livre. Essa situação é a mais usual na maioria dos bairros residenciais ocupados nas cidades brasileiras.

Como último parâmetro a ser considerado no método racional, apresenta-se a intensidade média de precipitação, também chamada de chuva de projeto. É uma variável indispensável na hidrologia, pois a grande maioria dos modelos hidrológicos parte da intensidade de precipitação para obter vazões.

Normalmente são utilizados dados históricos de ocorrência de chuvas intensas e a partir de relações entre a intensidade, a duração e a frequência das chuvas definem-se as precipitações médias e máximas. Existem diversos estudos nessa área e diversos modelos que relacionam esses parâmetros para definir as precipitações. O próprio software Drenar permite ao usuário escolher entre várias relações existentes para utilizar no seu projeto. O estudo brasileiro mais relevante nesse sentido é o do Professor Otto Pfafstetter de 1982, que equacionou um modelo para o cálculo da intensidade de chuvas em 98 pontos pluviométricos brasileiros (TUCCI, 1995). Não por menos, foi o modelo utilizado nesse trabalho, e seu equacionamento apresenta-se a seguir.

$$P = K. [a. t + b. \log(1 + c. t)] \quad (10)$$

P = Precipitação máxima anual, mm
a, b, c = parâmetros característicos de cada posto pluviométrico
t = duração da chuva, h
K = fator de frequência, onde

$$K = T^{\alpha + \frac{\beta}{T^\gamma}} \quad (11)$$

T = período ou tempo de retorno, anos
 α, β, γ = parâmetros característicos de cada posto pluviométrico

No presente trabalho, optou-se por utilizar os dados pluviométricos de alguma região do Brasil com regime pluviométrico típico de países tropicais, que representasse bem a realidade urbana desses países. Assim, optou-se pela utilização dos dados do

posto pluviométrico do Rio de Janeiro - Jacarepaguá. Os parâmetros a, b e c para este posto são, respectivamente, 0,2; 29 e 20. O valor de gama vale 0,25 e os valores de alfa e beta são determinados de acordo com o tempo de duração da chuva.

A duração do evento de precipitação a ser escolhido depende de fatores como o próprio risco assumido para o projeto. Para sistemas de drenagem curtos, em áreas de dimensões não muito grandes assume-se o valor de 10 minutos. A hidrologia aponta que quanto maior a duração da chuva, menores serão as intensidades (WILKEN, 1978 *apud* FERREIRA, 2013). Assim, uma chuva com duração de 10 minutos seria uma boa representação das maiores vazões geradas, e foi o valor assumido para o presente projeto.

Por outro lado, o tempo de concentração da bacia pode ser definido como o tempo de percurso de uma gota de água qualquer no trajeto do ponto mais afastado da bacia até o ponto do exutório. Tratando-se de sistemas de condução por tubulações, o tempo de concentração compreende o tempo de entrada da água na tubulação e o tempo que dura para essa água percorrer toda a extensão da tubulação. Tucci (1995) sugere a utilização do tempo de concentração mínimo como sendo igual ao tempo de duração da chuva, que no caso foi determinado como sendo 10 minutos.

Finalmente, o tempo ou período de retorno é o parâmetro que está relacionado principalmente ao risco assumido no projeto. Esse tempo representa o tempo médio necessário para que um evento hidrológico seja igualado ou superado pelo menos uma vez (TOMAZ, 2010). No caso, quanto maior o período de retorno, maior será a chuva para a qual o projeto deverá ser dimensionado, aumentando os custos totais do sistema. Por outro lado, ao fazer isso, aumenta-se a garantia de que as precipitações serão integralmente captadas pelo sistema, dificultando a superação da capacidade hidráulica do sistema.

Wilken (1978) *apud* Ferreira (2013) indica que projetos de microdrenagem normalmente adotam valores para o período de retorno entre 2 e 10 anos. A escolha do tempo está associada ao risco a ser assumido e as características da área a ser drenada. Áreas pouco densas, por exemplo, podem assumir riscos menores que áreas comerciais.

No entanto, tratando-se do ambiente urbano típico brasileiro, devido a impermeabilização, é prudente a utilização de períodos de retorno maiores.

No projeto das redes de drenagem do sistema separador absoluto optou-se pela utilização conservadora de um tempo de retorno de 10 anos.

Apresentados os parâmetros utilizados nesse projeto, o software Drenar faz o equacionamento e gera os resultados para os cálculos das precipitações e das vazões de projeto. Dessa forma, a chuva de projeto encontrada foi de 163,06 mm/h.

3.5.3. Parâmetros e critérios adotados

Os principais parâmetros para dimensionamento de redes de drenagem são bastante variáveis, na ausência de uma norma comum para esses tipos de projeto. Normalmente os municípios apresentam seus Planos Diretores de Drenagem Urbana e nele são definidos os critérios locais para dimensionamento de projetos desse tipo. Assim, os parâmetros podem variar bastante de lugar para lugar. Os parâmetros adotados nesse trabalho não foram específicos de nenhum manual de drenagem, mas foram escolhidos com o intuito de garantir o funcionamento integral de todos os dispositivos do sistema, dentro de limites médios praticados.

Conforme apresentado no item 3.2, a largura das vias coletoras é de 10 metros e a largura das avenidas que contornam a área é de 20 metros. Essas dimensões equivaleriam a faixas de rolamento de 5 m nas vias menores e 10 metros nas avenidas.

As vias devem apresentar uma declividade transversal dentro de um limiar para favorecer o escoamento superficial para as sarjetas. Essa declividade, ortogonal ao eixo principal, deve ser da ordem de 2% a 4% (FERREIRA, 2013). Nesse projeto, adotou-se o valor de 3% para a declividade transversal das vias.

A declividade transversal da via, por sua vez, é importante na definição da largura inundável das sarjetas. As recomendações geralmente variam desde 1/4 da largura da rua, até valores máximos conservadores de 1,00m (FERREIRA, 2013). Para esse projeto foram adotadas larguras, máximas de inundação das sarjetas de 2,00 metros para as avenidas mais largas e de 1,50 metro para as ruas coletoras.

As sarjetas, por sua vez, funcionam como canais para o escoamento livre da água precipitada. Como tais, o software Drenar exige a determinação dos coeficientes de Manning associados as ruas e às sarjetas. Para as ruas adotou-se o coeficiente de Manning de 0,015 típico de pavimentos asfálticos. Para as sarjetas, normalmente de concreto liso, foi adotado o coeficiente de 0,013.

As sarjetas, sendo os dispositivos iniciais que recebem águas pluviais que escoam superficialmente, devem ser dimensionadas de forma que sua capacidade seja o suficiente para conduzir o volume precipitado na área de contribuição a si associada. Portanto, as dimensões principais da sarjeta (altura e largura) devem ser selecionadas dentro dos limites praticados, de forma que atendam as vazões de projeto.

Ferreira (2013) apresenta os valores típicos praticados pela SABESP, que preconizam sarjetas com alturas de 0,15 m e 0,60 m de largura. A altura das sarjetas, ou altura da guia ou meio-fio, normalmente está associada a um tamanho que garanta segurança principalmente para os pedestres, uma vez que valores muito altos poderiam provocar quedas. A largura, por sua vez, está normalmente associada a velocidade dos veículos na via.

Para esse projeto, foram adotados valores de 0,20 m para altura da guia e de 0,50 m para a largura das sarjetas.

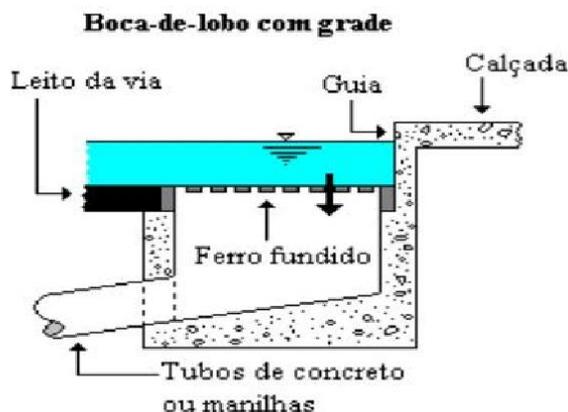
O software Drenar exige como imposição também a declividade longitudinal da própria sarjeta, ou seja, aquela ao longo do comprimento da mesma. Essa declividade, em realidade, é a declividade da própria via, definida de acordo com a pavimentação realizada e com a topografia do terreno. Nos cenários em que foram impostas declividades de 10% ao terreno, foi utilizada essa mesma declividade para as sarjetas. Nos casos em que a declividade das vias é muito suave ou nula, considera-se a adoção de valores de no mínimo 0,4% para a declividade da sarjeta. Assim, nos cenários em que se considerou o terreno completamente plano, foi adotado um valor de 0,5% para a inclinação das sarjetas.

A utilização dos parâmetros adotados que foram expostos nesta seção garantiu que a capacidade de todas as sarjetas fosse o suficiente para atender as vazões previstas no projeto. Em seguida, torna-se necessário o dimensionamento das bocas de lobo.

As bocas de lobo foram instaladas no final de cada sarjeta prevista no traçado do sistema de drenagem. Dada a imposição de uma declividade às sarjetas, é de se esperar que haja um ponto no final das mesmas em que ocorrerá acúmulo da água, onde deverá ser prevista a instalação de uma boca de lobo. Existe uma grande variedade de tipos de bocas de lobo, com diversas capacidades de engolimento. Os já citados manuais de drenagem de cada município normalmente recomendam a utilização de um ou outro tipo. Como o objetivo do trabalho no que diz respeito ao escoamento superficial é apenas garantir que toda a água precipitada possa ser conduzida as galerias, optou-se pela utilização de bocas de lobo padronizadas oferecidas pelo próprio software Drenar.

Trata-se de um dispositivo de ferro fundido com grelha e sem abertura lateral, com comprimento de 1,50 m a uma profundidade de 1,20 m. O software disponibiliza ainda um desenho esquemático da estrutura, apresentado a seguir.

Figura 8 - Boca-de-lobo adotado no projeto



Fonte: Software Drenar

Na sequência do caminho percorrido pela água precipitada, cabe o dimensionamento dos tubos de ligação entre as bocas de lobo e os poços de visita das GAPs. Novamente, atenta-se para a necessidade de que essas tubulações tenham capacidade hidráulica para receber toda a vazão prevista naquele ponto. Normalmente essas tubulações apresentam diâmetros não menores que 300 mm. Nos

dimensionamentos desse trabalho, dada a chuva de projeto com pico bastante elevado, utilizou-se um diâmetro de 400 mm.

Para as galerias, as tubulações partiram de um diâmetro mínimo de 400 mm no material concreto, conforme discutido no item 2.4.2. Da mesma forma que os coletores de esgoto, as tubulações dedicadas a conduzir águas pluviais também estão sujeitas as cargas e pressões externas. Por conta disso, deve-se prever um recobrimento mínimo da tubulação para preservar a sua estrutura. Os valores praticados variam, mas comumente utiliza-se recobrimento variável de acordo com o diâmetro da tubulação, a partir da fórmula apresentada pela Rio Águas (2010):

$$REC_{mín} = \frac{D}{2} + 0,4 \quad (12)$$

Sendo,

$REC_{mín}$ = recobrimento mínimo do trecho de tubulação, m
D = diâmetro da tubulação, m

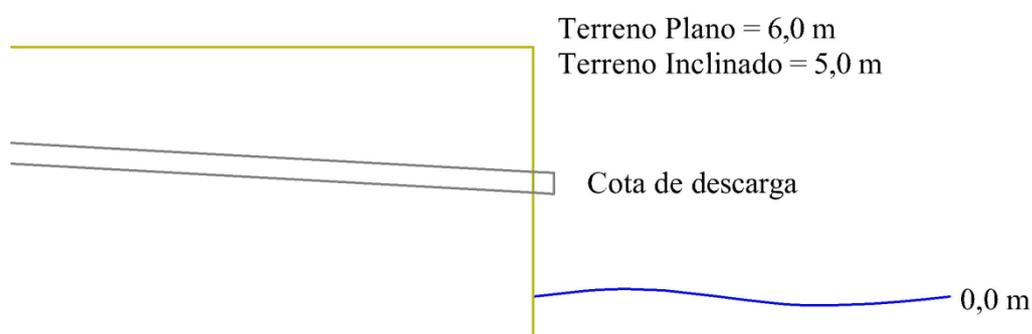
Assim como para as redes de esgoto, define-se um valor máximo para a lâmina d'água em tubulações conduzindo águas pluviais. Essa lâmina, representada pela relação entre o tirante hidráulico e o diâmetro da tubulação, deve ser tal que garanta o escoamento hidráulico livre. Valores de lâmina muito elevados podem acarretar na pressurização da tubulação, havendo então alteração no regime de escoamento, o que pode comprometer a estrutura da tubulação. Assim, são adotados valores típicos de 75% a 95% para a lâmina máxima. Para esse trabalho, limitou-se a lâmina a 85% nas galerias da rede de drenagem.

A necessidade de imposição de declividades à tubulação e o incremento gradual da vazão nas galerias aumenta as dimensões da rede e conseqüentemente força o aprofundamento da mesma. O valor máximo normalmente admitido, e adotado neste trabalho, para profundidade da rede é de 6,0 m, sendo valores maiores que esse admitidos em casos de inviabilidade de alteração do traçado. Profundidades superiores a 6,0 m acarretariam em dificuldades na execução da obra e aumento expressivo nos custos.

Conforme visto anteriormente, um critério importante no dimensionamento de tubulações de esgoto é o atendimento as tensões trativas. No caso da drenagem, o objetivo da auto-limpeza das tubulações também deve ser alcançado, porém o parâmetro normalmente adotado é o das velocidades mínimas de escoamento. Assim, as velocidades mínimas previstas nesse projeto foram de 0,5 m/s e as máximas, admitidas recorrentemente em tubulações de concreto, de 5,0 m/s.

As declividades das tubulações em redes de drenagem teoricamente não precisam estar sujeitas a nenhum limite mínimo. A declividade é definida de forma a garantir o recobrimento mínimo, a partir do ponto de descarga definido no corpo d'água. A declividade mínima no caso, é aquela necessária para garantir o atendimento das velocidades mínimas. No caso do projeto de drenagem, o software Drenar foi responsável pelo cálculo das declividades mínimas e a cota do terreno foi estabelecida de forma que os pontos de descarga estivessem localizados nas seguintes cotas, conforme a figura e a tabela a seguir:

Figura 9 - Representação da descarga das GAPs



Fonte: elaboração própria

Tabela 7 - Cotas de descarga

Galerias	Cota de descarga (m)
Terreno Plano	
Laterais	2,185
Centrais	2,597
Terreno Inclinado	
Laterais	2,560
Centrais	2,260

3.6. Projeto do Sistema Unitário (Un)

Mantendo-se a premissa de não realização de projetos básicos ou executivos de engenharia, mas sim projetos de dimensionamento hidráulico das estruturas do sistema, este item visa detalhar o projeto de dimensionamento do sistema unitário.

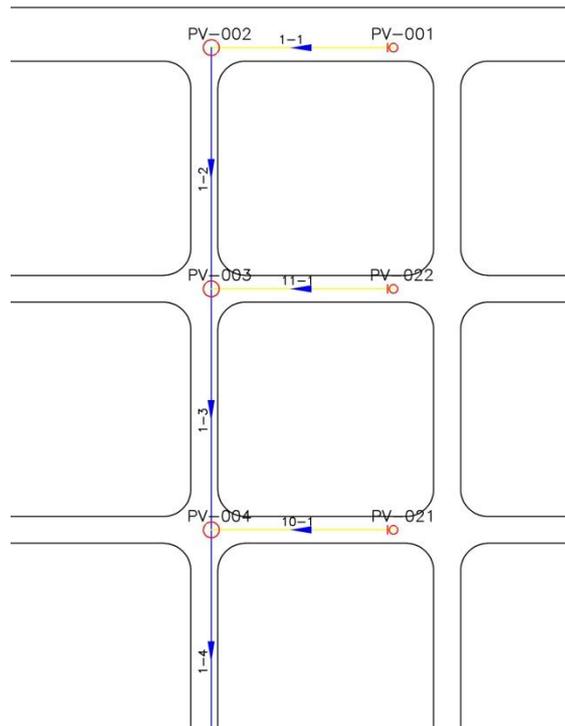
Será visto a seguir que o sistema unitário deverá ainda atender os critérios mínimos de dimensionamento para redes de esgotamento sanitário. Dessa forma julgou-se a utilização do software Sancad como mais apropriada para o dimensionamento. O sistema unitário proposto foi desenhado a partir de uma mescla das características do SEP-ESG e do SEP-DRE, porém atendendo os critérios estabelecidos para o esgotamento combinado.

3.6.1. Traçado da rede

O esquema do traçado da rede coletora do sistema unitário abrangeu aspectos do sistema SEP-ESG e do SEP-DRE. O traçado foi definido de forma a atender integralmente todas as vias da área de estudo, dando condições para que todas as residências pudessem executar as ligações prediais inerentes. De forma geral, o traçado final é semelhante ao traçado do SEP-ESG para o cenário de topografia inclinada (não há necessidade de elevatória intermediária, em nenhum dos casos).

Os poços de vista foram alocados em cada cruzamento de vias, estabelecendo comprimentos de tubulações máximos de 95 metros. No entanto, nem toda a extensão de rede receberá contribuições de águas pluviais. Portanto, a rede é composta por trechos que recebem somente contribuições de esgoto, e trechos que recebem contribuições de esgoto mais vazões de águas pluviais. A figura a seguir mostra um detalhe da rede, indicando os trechos que recebem contribuições apenas de esgotos e os trechos que recebem contribuições de águas pluviais.

Figura 10 - Detalhe do traçado: sistema unitário



Fonte: elaboração própria

Os trechos em amarelo são os trechos que recebem somente contribuições de esgoto sanitário. Os trechos em azul seguem o traçado das GAPs do SEP-DRE, e recebem tanto contribuições de esgoto como as vazões de águas pluviais coletadas superficialmente.

Todos os traçados poderão ser detalhadamente analisados nos apêndices desse trabalho.

3.6.2. Vazões de projeto

O projeto adequado de um sistema unitário de coleta de águas servidas urbanas deverá abarcar tanto as vazões máximas de esgoto quanto as vazões máximas de águas pluviais previstas pela chuva de projeto. Artina et al. (1997) *apud* Ferreira (2013) indica a utilização não de vazões máximas de chuva, mas de vazões de 1,5 a 4 vezes a vazão de esgotos, defendendo que estes valores seriam o suficiente para diluir os esgotos. Nesse caso, o dimensionamento da rede seria simplificado, e as tubulações teriam capacidade hidráulica reduzida.

No entanto, adotar esse tipo de dimensionamento restrito acarretaria na necessidade de se implantar mecanismos de extravasamentos que seriam recorrentemente utilizados em ocorrências de chuvas mais intensas que originassem vazões maiores que 1,5 a 4 vezes a vazão de esgotos. Por conta disso, essa metodologia não será utilizada nesse trabalho, que visa o dimensionamento de um sistema apto a captar eficientemente até mesmo as vazões máximas de projeto.

Tem-se, então, que a vazão de projeto para o dimensionamento da rede de coleta do sistema unitário será o somatório da vazão de projeto do SEP-ESG, para cada cenário proposto, com a vazão decorrente da chuva de projeto do SEP-DRE. Tem-se, ainda, que a vazão de esgotos será distribuída uniformemente ao longo de toda a extensão da rede, na forma de taxas de contribuição, conforme o SEP-ESG.

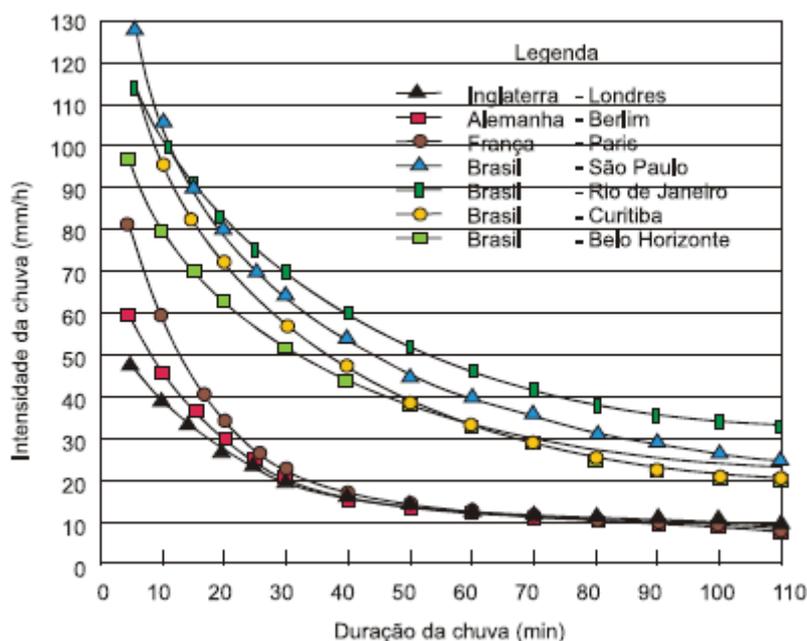
Como a coleta de águas pluviais é prevista para o dimensionamento do coletor unitário, são necessários os mesmos dispositivos de micro-drenagem apresentados no SEP-DRE. Na medida em que a chuva de projeto permanece a mesma, as sarjetas serão dispostas nos mesmos lugares que no SEP-DRE, e a quantidade de bocas de lobo também será a mesma.

No entanto, como se optou por utilizar o software de dimensionamento Sancad, os cálculos das vazões de cada área de contribuição foram realizados no Drenar em uma etapa anterior. Na realidade, os cálculos realizados para o SEP-DRE foram aproveitados e utilizaram-se as mesmas vazões ali obtidas. No Sancad, então, essas vazões foram alocadas como vazões concentradas nos respectivos poços de visita.

Para atender ao objetivo c) deste trabalho foi necessário dimensionar um sistema unitário também para uma região com clima temperado (UnTem). Nesse caso, as vazões de esgotos utilizadas foram as mesmas do SEP-ESG. A vazão de águas pluviais, por outro lado, deve ser correspondente a um regime pluviométrico que se assemelhe ao de países europeus. Como o software Drenar não apresenta nenhuma equação para cálculo de precipitações em cidade europeias, foi proposta uma aproximação.

Tsutiya e Bueno (2004) apresentam o gráfico a seguir, que mostra precipitações típicas de cidades brasileiras e europeias. A partir dele, nota-se que a intensidade de chuva nas cidades europeias são até 3 vezes menores que nas cidades brasileiras, ocasionando vazões de águas pluviais consideravelmente menores.

Gráfico 2 - Comparação da intensidade de chuvas em cidades europeias e brasileiras



Fonte: Tsutiya & Bueno (2004)

A chuva de projeto do SEP-DRE é igual a 163,06 mm/h, obtida pela fórmula de Otto Pfafstetter para o posto pluviométrico Rio de Janeiro - Jacarepaguá, equivalente ao regime pluviométrico típico de países tropicais. Para emular o clima temperado, manipularam-se os parâmetros da equação de Otto Pfafstetter de forma a se obter uma intensidade de precipitação igual a 72,07 mm/h para o tempo de retorno de 10 anos e duração de chuva de 10 minutos. Esse valor estaria relacionado ao regime pluviométrico de uma cidade hipotética de clima temperado, sendo aproximadamente 2,25 vezes menor que o valor utilizado para o clima tropical, em consonância com o gráfico apresentado por Tsutiya e Bueno (2004). O Drenar foi novamente acionado, rodando o modelo racional para o dimensionamento das áreas de contribuição e obtendo as vazões de águas pluviais referentes à chuva de projeto determinada para o clima temperado.

Fora o cálculo da nova vazão de projeto, os demais critérios de projeto utilizado para o dimensionamento da rede foram exatamente iguais ao UnTro. Dessa forma, a única diferença comparativa entre as galerias dimensionadas para o clima tropical e as dimensionadas para o clima temperado serão as dimensões das tubulações e outros quantitativos associados.

Parte-se da premissa que todas as vazões descritas aqui estarão sendo coletadas e transportadas pela rede até um ponto exutório comum. Neste ponto, serão aplicados os

chamados critérios norte americanos e europeus, que definirão o grau de rigor a ser aplicado ao sistema unitário em relação à vazão combinada a ser tratada e a vazão a ser extravasada. Esses critérios serão mais bem abordados num subitem adiante.

3.6.3. Parâmetros e critérios adotados

Guimarães e Souza (2004) indicam uma série de recomendações para dimensionamento de coletores unitários de esgotos. Em relação ao diâmetro mínimo adota-se a recomendação de 400 mm, em material concreto. No entanto, nos trechos que recebem somente contribuições de efluentes sanitários, o diâmetro mínimo adotado foi de 150 mm, em material PVC, conforme SEP-ESG. Da mesma forma, utilizou-se o coeficiente de rugosidade de Manning igual a 0,013 para este caso, tanto quanto para as tubulações em concreto.

Em relação ao recobrimento mínimo pode-se adotar o mesmo critério das redes de drenagem, a partir da fórmula proposta pela Rio Águas. No entanto, para os projetos desse trabalho, trabalhou-se com um recobrimento mínimo constante de 0,9 metro, referente ao mínimo para redes de esgotamento sanitário. A utilização do software Sancad refletiu nessa escolha, já que, diferentemente do Drenar, ele não permite a utilização de recobrimentos mínimos variáveis.

Guimarães e Souza (2004) também sugerem a utilização de lâminas d'água entre 10% e 90% da tubulação. Optou-se por utilizar uma lâmina máxima de 80%, que garante a não pressurização da rede e também uma parte considerável da seção em superfície livre. As velocidades mínimas no caso da condução apenas de esgotos (tempo seco) foram de 0,3 m/s, enquanto as velocidades máximas para os períodos de vazão máxima (eventos de chuva) foram limitadas em 5,0 m/s buscando a preservação das tubulações de concreto.

A declividade mínima para as tubulações foi definida de forma a garantir a tensão trativa mínima de 1,0 Pa para a condução dos esgotos em tempo seco. A vazão mínima de dimensionamento utilizada é a mesma do caso SEP-ESG, de 1,5 L/s referente a descarga de um sanitário. Dessa forma, lançando mão da mesma fórmula empregada anteriormente, a declividade mínima das tubulações foi de 0,0045 m/m.

Para o sistema unitário, o atendimento à tração trativa mínima de 1,0 Pa não é o suficiente. Artina et al. (1997) *apud* Ferreira (2013) indica a necessidade de se atingirem

tensões trativas maiores em tubulações conduzindo vazões combinadas. O autor preconiza valores entre 2,0 e 3,0 Pa para tensão trativa no caso de vazões mistas. Para se aproximar do proposto por Artina, as redes de condução mista foram verificadas também para atingir tensões trativas de no mínimo 3,0 Pa para as vazões máximas. Como o Sancad não fornece esse tipo de verificação, foi utilizada uma planilha auxiliar em Excel.

Todas as estruturas de micro-drenagem previstas no SEP-DRE foram dimensionadas de forma idêntica para o sistema unitário. Todos os critérios foram respeitados e os parâmetros utilizados foram os mesmos, conforme explicou-se anteriormente.

3.6.4. Critérios da legislação europeia e norte americana

Tanto nos Estados Unidos, quanto na Europa, lugares onde os sistemas unitários foram e são comumente adotados, existem legislações próprias altamente criteriosas no que diz respeito à regulação de projetos de sistemas unitários. São elas: *Combined Sewer Overflows - Guidance for Long-term Control Plan*, da norte americana EPA (Environmental Protection Agency) e *European Water Framework Directive* da União Europeia.

A EPA (1995), agência reguladora de todas as questões relacionadas ao meio ambiente nos Estados Unidos, lançou uma série de guias em meados da década de 90 com o intuito de regular, instruir e orientar o funcionamento e a gestão de sistemas combinados. É importante notar que esses guias eram direcionados mais a adequação de sistemas existentes do que a elaboração de novos, uma vez que a legislação nesse país também recomenda, para novos sistemas, a opção pelo separador absoluto.

A agência norte-americana sugere, num primeiro momento, o atendimento a nove tipos de controle mínimos (*Nine Minimum Controls*) que garantiriam a redução na magnitude, frequência e duração de eventos de superação da capacidade hidráulica dos sistemas (eventos que ocasionam extravasamentos). Os guias produzidos pela agência apresentam exemplos práticos de ações a serem tomadas para garantir o atendimento aos nove controles mínimos, que são (EPA, 1995):

- Operação e manutenção adequada

- Utilização ótima do sistema de coleta para armazenamento
- Revisão e alteração dos requisitos para pré-tratamento
- Maximizar a vazão para tratamento
- Eliminar extravasamentos em tempo seco
- Controle de sólidos grosseiros no extravasamento de vazões combinadas
- Prevenção da poluição
- Notificação pública
- Monitoramento

Por outro lado, a EPA define os critérios mínimos para controle do sistema no longo-prazo (*Guidance for Long-term Control Plan*), que devem ser aplicados de maneira a restringir eventos de extravasamento e o descarte de águas poluídas no corpo hídrico. Esses critérios atuam no sistema de forma a definir as vazões a serem tratadas, reservadas, ou extravasadas com tratamento mínimo.

É proposta a utilização de um entre três critérios de controle, que deverão ser analisados para cada caso de modo a definir sua viabilidade, uma vez que entende-se que certos municípios não tem a mesma capacidade de investimento que outros. Da mesma forma, a gestão dos serviços deve garantir o atendimento ao critério, de forma que, independente qual seja, garanta-se a qualidade do corpo hídrico receptor.

Em luz dessa metodologia, os três critérios propostos para definição do tratamento e controle de extravasamentos são (EPA, 1995):

- a) Serão permitidos não mais que 4 eventos de extravasamento por ano, dado que a autoridade pode permitir a ocorrência de 2 eventos adicionais por ano.
- b) A eliminação ou captura para tratamento de não menos que 85% da média anual do volume (vazão x tempo) combinado de esgotos coletados no sistema unitário durante eventos de chuva.
- c) A eliminação ou remoção de não menos que o total da massa de poluentes identificadas na vazão de esgoto em tempo seco, para as vazões combinadas definidas no critério *b*.

A legislação define ainda que, qualquer vazão que não for atendida por nenhum dos critérios acima mencionados, deverá receber um tratamento mínimo antes de poder ser descartada. É importante, portanto, definir a especificação do tratamento mínimo

preconizado na legislação da EPA. Deve ser previsto, no mínimo, clarificação primária (remoção de sólidos em suspensão e sedimentáveis) por meio de qualquer tecnologia de tratamento que atinja esse fim. Além disso, o lodo gerado deverá ser encaminhado para disposição final de forma adequada e o efluente poderá ser desinfetado, caso seja necessário, para se atingir os parâmetros mínimos locais (EPA, 1995).

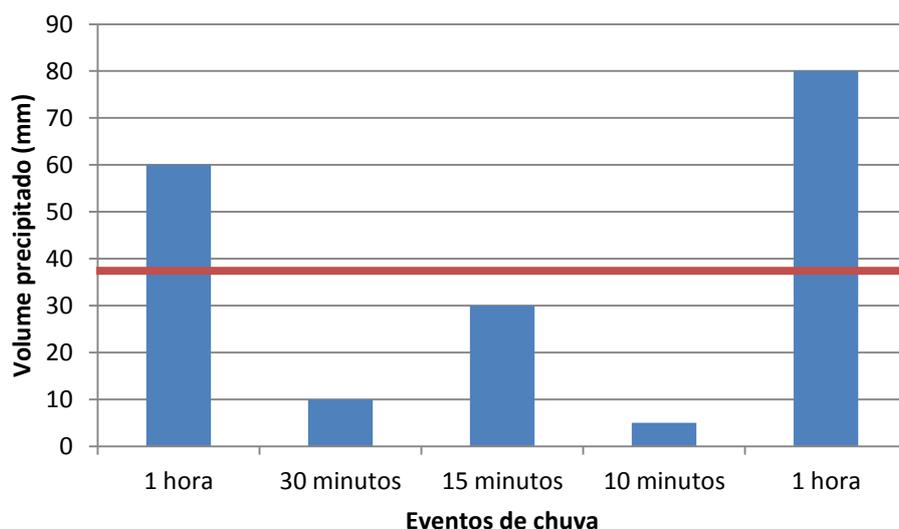
Essas restrições para o extravasamento proporcionaram o surgimento de novas tecnologias de tratamento primário específicas para extravasores, garantindo que a água excedente seja tratada de forma físico-química antes do seu descarte.

Estudos de modelagem em bacias norte-americanas indicaram que a adoção do critério *a* ou *b* resulta em condições práticas similares para garantir o atendimento (EPA, 1995). O critério *c* por sua vez, diminui a restrição imposta pelo critério *b*, uma vez que admite a diluição das cargas poluídas. Dessa forma, o critério *b* pode ser considerado, de uma forma geral, o mais restritivo entre os três propostos pela EPA.

O próprio guia da EPA sugere que o cálculo do volume anual médio coletado em eventos de chuva requer inúmeras simulações hidrológicas no sistema a partir de uma vasta base de dados hidrológicos. Os postos pluviométricos brasileiros não registram os dados de forma que seja possível fazer simulações precisas para o cálculo desse volume sem o auxílio de softwares especializados.

Os dados brasileiros encontrados no INMET - Instituto Nacional de Meteorologia tornavam possível o cálculo do volume anual médio precipitado em região de dado posto pluviométrico. Foi possível calcular também o número de dias com eventos de chuva. No entanto, sem o auxílio de softwares não foi possível determinar o tempo de duração médio dos eventos de precipitação, de forma que dado volume poderia precipitar em 1 hora ou em 5 horas, acarretando em vazões diferentes de trabalho. Esse fato justifica a complexidade na modelagem e na necessidade de um banco de dados preciso e específico para esse tipo de cálculo. O gráfico a seguir mostra um exemplo genérico, que representa bem a problemática apresentada neste parágrafo. Embora seja possível saber o número de dias com chuvas, e o volume precipitado por dia, calcular a média das vazões geradas é complicado uma vez que cada evento de precipitação tem uma duração própria.

Gráfico 3 - Exemplo genérico do volume médio anual precipitado

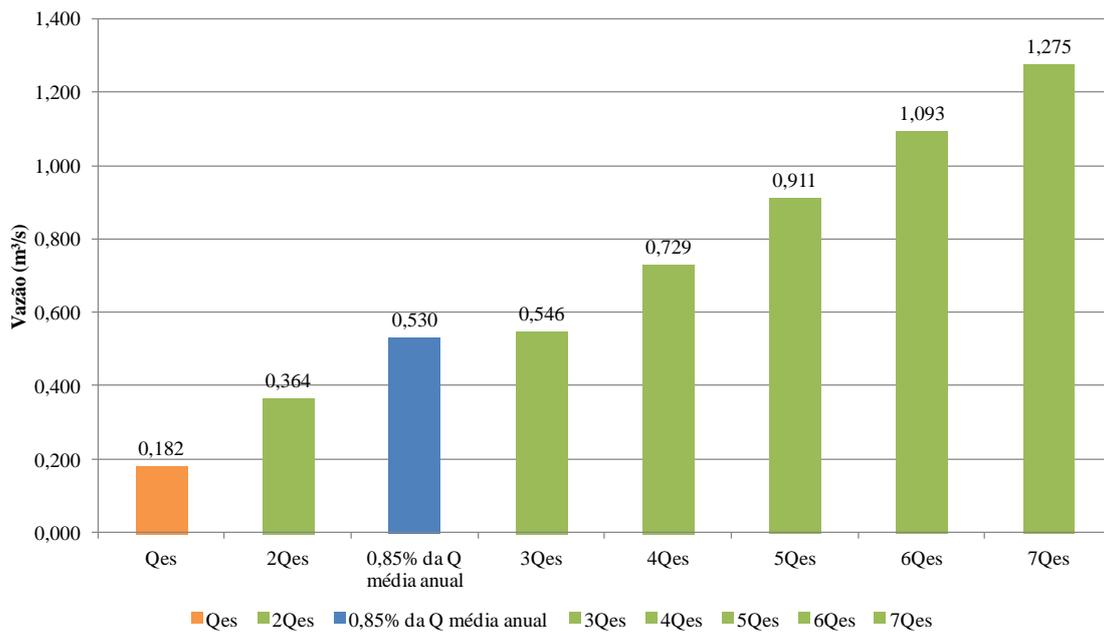


Fonte: elaboração própria

No entanto, Sandino (2014) apresenta dados específicos de estações de tratamento de sistemas combinados em cidades dos Estados Unidos. Esses dados mostram que as vazões anuais médias decorrentes de eventos de precipitação normalmente se expressam na ordem de 2 ou 3 vezes a vazão média de esgotos. Adicionalmente, realizou-se um ensaio com estimativas das precipitações anuais médias de Londres. Uma estimativa de 500 mm de chuva por ano na cidade, com estimativa de 100 dias chuvosos por ano. Calculou-se a média de 5,0 mm precipitados por dia chuvoso. A vazão média anual decorre deste valor médio diário, precipitado no tempo de duração da chuva. Calculou-se essa vazão para diferentes tempos de duração, e concluiu-se que, em consonância com os dados apresentados por Tsutiya & Bueno (2004), tempos de duração de chuva maiores incorrem em vazões menores escoadas.

O gráfico a seguir mostra uma vazão de esgotos associada a uma área de 53 hectares, e a mesma vazão multiplicada por fatores ordenados. Nota-se que, 85% da vazão anual média ensaiada para a cidade de Londres, levando em conta eventos de precipitação com duração média de uma hora, equivale a aproximadamente três vezes a vazão de esgotos em tempo seco.

Gráfico 4 - Comparação entre múltiplos da vazão de esgotos e 85% da vazão combinada média anual coletada



Fonte: elaboração própria

Na união europeia, por sua vez, também existem diferentes procedimentos para dimensionamento do sistema combinado e principalmente da definição das vazões de extravasamento. Toffol (2006) destaca a metodologia da EWFD (*European Water Framework Directive*), que preza pela eficiência na diluição dos poluentes em eventos de precipitação e define os tratamentos mínimos a partir dessa diluição.

Toffol (2006) indica ainda que existem poucas regulamentações quanto às abordagens mínimas de tratamento para os esgotos combinados previstos para extravasarem. Comumente, na união europeia, utiliza-se uma abordagem de limitar as vazões de extravasamento conforme a vazão média de esgotos em tempo seco. É dizer que uma quantidade até 'n' vezes maior que a vazão média de esgotos em tempo seco deverá ser tratada, e o excedente deverá ser armazenado ou extravasado. A tabela a seguir mostra um panorama dos requisitos em diferentes países membros da união europeia:

Tabela 8 - Vazões a serem tratadas, extravasadas e armazenadas em países europeus

País	Vazão para ETE	Vazão extravasada	Volume de armazenamento
Áustria	$2xQ_{\text{máx,esg}}$	$<15 \text{ L/s.ha}$	$15-25 \text{ m}^3/\text{ha}$
Bélgica	$3-5xQ_{\text{méd,esg}}$	$5-10xQ_{\text{méd,esg}}$ 7 extr./ano	Volume restante para T $= 1/7 \text{ ano}$
Dinamarca	$2xQ_{\text{máx,esg}}$	$5xQ_{\text{máx,esg}}$ $2-10 \text{ extr./ano}$	-
Finlândia	$2xQ_{\text{máx,esg}}$	$6-7xQ_{\text{méd,esg}}$	-
França	$2-3xQ_{\text{méd,esg}}$	$3xQ_{\text{máx,esg}}$	Para interceptar

			precipitações com T = 3-6 meses
Alemanha	$2xQ_{\text{máx,esg}}$	7,5-15 L/s.ha	10-40 m ³ /ha
Grécia	$2xQ_{\text{méd,esg}}$	$3-6xQ_{\text{méd,esg}}$	-
Irlanda	$3xQ_{\text{méd,esg}}$	$6-9xQ_{\text{méd,esg}}$	-
Itália	$2xQ_{\text{méd,esg}}$	$3-5xQ_{\text{méd,esg}}$	-
Luxemburgo	$2-3xQ_{\text{méd,esg}}$	7,5-15 L/s.ha	10-40 m ³ /ha
Holanda	$3xQ_{\text{máx,esg}}$	$5xQ_{\text{méd,esg}}$ 3-10 extr./ano	70m ³ /ha
Portugal	$2xQ_{\text{méd,esg}}$	$6xQ_{\text{méd,esg}}$	-
Espanha	$2xQ_{\text{méd,esg}}$	$5xQ_{\text{méd,esg}}$	-
Suécia	$3-4xQ_{\text{méd,esg}}$	$5-10xQ_{\text{méd,esg}}$	-
Suíça	$2xQ_{\text{máx,esg}}$	-	-
Reino Unido	$3xQ_{\text{méd,esg}}$	$6-9xQ_{\text{méd,esg}}$ 4-6 extr./ano	Tempo de detenção de 2h para $3xQ_{\text{méd,esg}}$

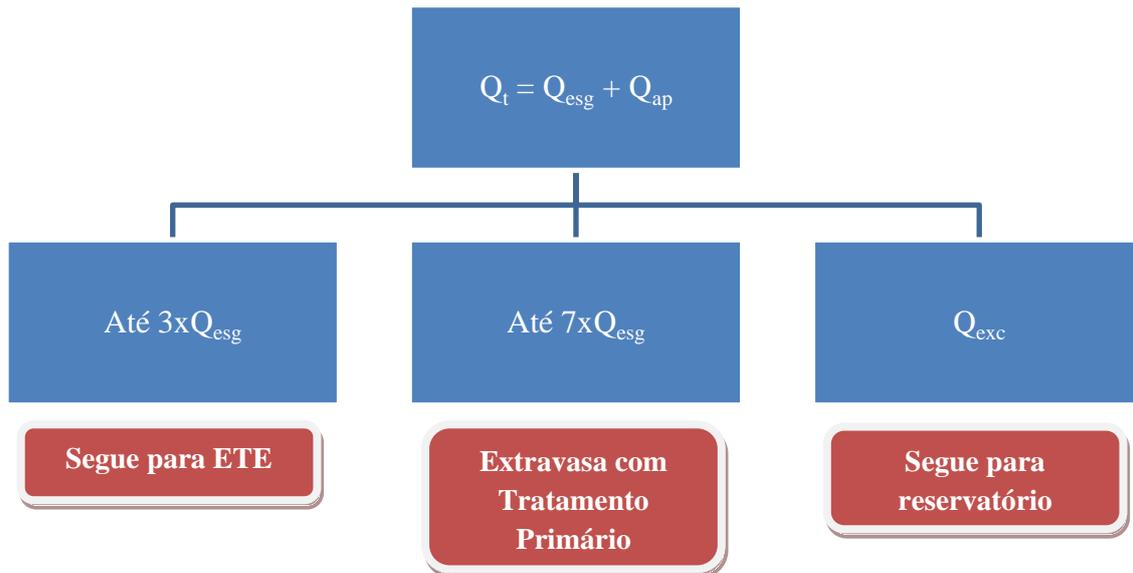
Fonte: adaptado de Toffol (2006)

Essa abordagem se baseia numa taxa de diluição mínima da carga poluente dos esgotos sanitários para que os extravasamentos possam ocorrer. Estimando-se uma concentração de DBO de 200 mg/L para os esgotos, vazões de chuva 4 vezes maiores proporcionariam a diluição dos mesmos e a concentração de DBO cairia para 40 mg/L aproximadamente. Dessa forma, vazões combinadas de até 4 vezes a vazão de esgotos deveriam ser derivadas para a estação de tratamento, e, na ocorrência de vazões maiores, o extravasamento era permitido. A concentração de DBO de 40 mg/L que estaria sendo lançada é próxima dos requisitos mínimos para lançamento, por exemplo, do Brasil. Em luz da legislação americana, que prevê o tratamento primário (com remoção de aproximadamente 30% da DBO) para vazões a serem extravasadas, o critério europeu pode ser flexibilizado de forma que apenas 2 ou 3 vezes a vazão de esgotos seja necessariamente direcionada a ETE.

De acordo com o gráfico e a tabela acima, a vazão combinada a ser tratada plenamente conforme determinação da EPA, no seu critério mais restritivo, apresenta aproximadamente a mesma ordem de grandeza que nos critérios europeus. Por conta disso, julgou-se que tanto os critérios da legislação norte-americana quanto os da europeia findam por retratar o mesmo grau de restrição.

Enfim, a concepção final definida para o tratamento e destinação final das vazões combinadas deste trabalho está representada no fluxograma a seguir e abrange tanto as restrições europeias quanto as norte-americanas mencionadas anteriormente. É importante notar que os arranjos propostos ocorrem preferencialmente nesta ordem:

Figura 11 - Arranjo adotado para o tratamento no sistema unitário



Fonte: elaboração própria

3.6.5. Dispositivos auxiliares – Estações Elevatórias e Extravadores

No projeto do sistema unitário também estão previstas estações elevatórias que irão bombear as vazões de esgoto da profundidade de chegada do coletor final até o início da estação de tratamento. Assim como no SEP-ESG, as EEEs não serão detalhadamente dimensionadas, mas apenas precificadas. As EEEs para o sistema unitário foram orçadas de maneira idêntica àquelas do sistema SEP-ESG, conforme visto no item 3.4.4.

O sistema unitário prevê, ainda, a instalação dos chamados extravasores, responsáveis pelo descarregamento de vazões até 7 vezes maiores que a máxima de esgotos, conforme definido anteriormente. Essas estruturas podem possuir diversas disposições, mas de uma forma geral um extravasor pode ser aproximado a um poço de visita de grandes dimensões, com um orifício por onde as vazões excedentes possam verter. Nesse trabalho, não será previsto o dimensionamento detalhado dos extravasores, mas sim o seu orçamento. Para definir esse orçamento, considerar-se-á o extravasor como um PV de grande dimensão, e seu preço será definido conforme instruções do item 3.8, adiante.

O presente trabalho prevê ainda que mesmo as vazões extravasadas deverão ser submetidas a, pelo menos, tratamento primário. Novamente, ressalta-se que a estrutura de tratamento não será dimensionada, mas sim orçada. Para definição do orçamento da

estrutura de tratamento primário, será considerado o custo per capita de instalação de uma ETE, conforme item 3.4.5. Porém, deste valor será considerado apenas um percentual referente ao pré-tratamento e ao tratamento primário. Esse valor pode ser obtido através da tabela de detalhamento dos percentuais de custo de implantação de ETEs, apresentada por Jordão & Pessôa (2014, p. 973) e é igual a 9,9%.

Tabela 9 - Composição dos custos de implementação de Estações de Tratamento de Esgotos com destaque no tratamento primário

Discriminação	Percentual, %
Serviços técnicos complementares	0,1
Aterro hidráulico	7,4
Canteiro de obras	9,1
Portaria, prédios de administração, laboratório, oficina, almoxarifado e reservatório de água	0,9
Subestações	0,3
Eletricidade, instrumentação e automação	13,9
Elevatória de esgoto bruto	6,6
Canais de grades	1,6
Medidores de vazão	0,2
Caixas de areia	1,4
Decantadores primários e recalque de lodo	6,7
Elevatória de espuma	0,2
Tanques de aeração	8,8
Prédio dos sopradores de ar	17,5
Decantadores secundários	10,0
Elevatória de recirculação de lodo ativado	2,4
Adensadores de lodo	1,1
Elevatória de lodo adensado	0,2
Digestores e tanque de armazenamento de lodo	5,2
Prédio de espessamento e secagem de lodo	4,4
Interligações entre unidades	1,1
Urbanização	0,8

Fonte: Jordão & Pessôa, 2014

Dessa forma, o tratamento primário previsto para as vazões a serem extravasadas terá um custo de R\$ 14,60/habitante a ser corrigido para o ano de Abril de 2015.

3.6.6. Reservação e Tratamento

Conforme visto anteriormente, as vazões superiores a 7 vezes a vazão máxima de esgotos serão encaminhadas para um reservatório de detenção, onde ficaram armazenadas enquanto durar a chuva. A estimativa do volume desse reservatório pode ser feita através da seguinte equação simplificada, que leva em consideração a chuva de projeto, ou seja, apenas a ocorrência da maior chuva em um tempo de retorno de 10 anos:

$$Vol = Q \cdot t_c \quad (13)$$

Onde,

Vol = Volume máximo do reservatório, em m³

Q = Vazão máxima de projeto encaminhada para detenção (vazão total combinada menos a soma da vazão encaminhada para ETE e a vazão extravasada), em m³/s

t_c = tempo de concentração da bacia (ou, no caso, o tempo de duração da chuva de projeto), em segundos

Para os reservatórios de detenção foi necessário o dimensionamento para aplicar os parâmetros de custos a serem utilizados. Moura (2004) apresenta uma avaliação global para precificação de sistemas de drenagem urbana. Assim, sugere alguns valores típicos para o custo de implantação de bacias de detenção em concreto, bacias de detenção em solo natural e bacias de detenção em concreto enterradas.

Nesse projeto adotou-se um reservatório enterrado de forma a aproveitar a profundidade de chegada dos coletores. É importante notar que esse tipo de bacia consta ainda com sistemas de bombeamento para retirada da água acumulado e custos operacionais de limpeza. No entanto, de acordo com Moura (2004) estes custos não chegam a 0,78% por ano em relação ao custo de implementação. Dessa forma, considerou-se apenas os custos de implementação, indicados como R\$ 119,63 por metro cúbico. O valor, referente ao ano de 2004, foi atualizado pelo INCC para Abril de 2015.

Em relação a estação de tratamento de esgotos combinados, adotou-se a mesma configuração do sistema SEP-ESG, a de uma estação convencional. A metodologia utilizada para o orçamento também partiu dos mesmos indicadores (Brasil, 2011), porém com algumas modificações. Como as vazões para tratamento combinado são maiores, algumas unidades da estação de tratamento deverão apresentar maiores dimensões. A maioria das unidades de tratamento da ETE convencional é dimensionada baseada em taxas de aplicação hidráulicas, ou seja, vazões aplicadas por área. Dessa forma, é de se esperar que apresentem dimensões muito maiores, decorrente de vazões de tratamento maiores. Por outro lado, especificamente a unidade de tratamento biológico em tanques aerados é dimensionada baseada na remoção da carga de poluentes presentes no efluente, de forma que vazões maiores apresentam a mesma carga poluente, porém diluída.

Dessa forma, a metodologia aplicada para esse caso buscou utilizar as composições percentuais de custos apresentadas por Jordão e Pessôa (2014, p. 973) para majorar os custos de uma ETE para tratamento de vazões combinadas. Os percentuais foram devidamente aplicados e cada parcela foi multiplicada por três, referente ao número de vezes a vazão de esgoto inicial a ser tratada. No entanto, a parcela referente aos custos pelo tratamento secundário em tanques de aeração não foi alterada.

Tabela 10 - Composição dos custos de implementação de Estações de Tratamento de Esgotos com destaque no tanque de aeração

Discriminação	Percentual, %
Serviços técnicos complementares	0,1
Aterro hidráulico	7,4
Canteiro de obras	9,1
Portaria, prédios de administração, laboratório, oficina, almoxarifado e reservatório de água	0,9
Subestações	0,3
Eletricidade, instrumentação e automação	13,9
Elevatória de esgoto bruto	6,6
Canais de grades	1,6
Medidores de vazão	0,2
Caixas de areia	1,4
Decantadores primários e recalque de lodo	6,7
Elevatória de espuma	0,2
Tanques de aeração	8,8
Prédio dos sopradores de ar	17,5
Decantadores secundários	10,0
Elevatória de recirculação de lodo ativado	2,4
Adensadores de lodo	1,1
Elevatória de lodo adensado	0,2
Digestores e tanque de armazenamento de lodo	5,2
Prédio de espessamento e secagem de lodo	4,4
Interligações entre unidades	1,1
Urbanização	0,8

Fonte: Jordão & Pessôa, 2014

Somaram-se as parcelas obtidas, encontrando um novo custo per capita, referente à ETE do sistema unitário. Esse valor também foi atualizado pelo INCC para Abril de 2015.

3.7. Verificação do lançamento temporário de esgotos no SEP-DRE

Esse item visa explicar a metodologia utilizada na verificação do atendimento às condições mínimas para condução de esgotos sanitários em tubulações no caso de lançamento temporário dos mesmos nas GAPs, dimensionadas para receber apenas

águas pluviais. A intenção é simular o que comumente é realizado no Brasil quando ocorre a implantação gradual de sistemas separadores absolutos.

Com o dimensionamento do SEP-DRE, o software Drenar disponibiliza as planilhas com as características hidráulicas finais das galerias dimensionadas. Em posse desses dados é possível a manipulação das vazões a partir de ferramentas do Excel.

Com isso, distribuíram-se as vazões de esgoto calculadas no SEP-ESG ao longo da extensão das galerias, na forma de taxa de contribuição linear. Essa distribuição equivale a uma vazão total a ser conduzida no final do plano. No início do plano, as vazões mínimas de 1,5 L/s serão novamente utilizadas.

A partir desses valores, mantêm-se as características físicas estabelecidas para as galerias como diâmetros e declividades, mas impõem-se as vazões de esgoto calculadas anteriormente. Com isso, é possível calcular a tensão trativa, a velocidade crítica, a lâmina máxima e as velocidades máximas e críticas para o caso do lançamento temporário de esgotos na rede de drenagem.

Os resultados dessas análises podem apontar se essa prática comum nos municípios brasileiros atende hidraulicamente as normas para condução de esgotos sanitários.

3.8. Geração de quantitativos e orçamentos das redes

Este item visa explicar a metodologia utilizada na geração de quantitativos e no orçamento estimado para os sistemas no caso das análises econômicas.

Tanto o software Sancad quanto o software Drenar possuem rotinas específicas e pré-definidas para a geração de quantitativos dos projetos realizados com eles. A geração de quantitativos do software engloba tanto os materiais quanto os serviços necessários para a implementação do projeto, desde o assentamento das tubulações e escavação de valas até o cadastro da obra. Julgou-se que os quantitativos gerados pelos softwares eram suficientemente completos e precisos para os fins previstos nesse trabalho.

A precificação dos quantitativos, por outro lado, foi feita através da consulta ao Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) da

Caixa Econômica Federal. O Sistema fornece planilhas contendo os custos de materiais e de composições de serviços prestados comumente em obras de construção civil. Cada quantitativo gerado foi associado a um custo de material e/ou serviço encontrado nas planilhas do SINAPI, através de um código próprio.

O Sistema da Caixa fornece planilhas mensalmente para cada estado da Federação. Por conta disso, as planilhas utilizadas foram referentes ao mês de Abril de 2015 para o estado do Rio de Janeiro. Todos os quantitativos, para cada cenário projetado, associados aos seus respectivos códigos e preços podem ser encontrados nos apêndices deste trabalho.

4. Resultados

4.1. Discussão 1: Comparação entre os sistemas separador absoluto e unitário em áreas urbanas de clima tropical

Para dar base as discussões econômicas mais aprofundadas e para entender as principais diferenças técnicas entre os dois sistemas, serão apresentadas a seguir algumas tabelas contendo informações como vazões de projeto, extensão de rede e vazões de tratamento.

Tabela 11 - Vazões de Escoamento encontradas

Cenário	Vazão de Escoamento (L/s)			
	Separador Absoluto		Sistema Unitário	
	ESG	DRE	Tempo Seco	Vazões Combinadas
Terreno Plano 100 hab/ha	23,10	11.493,47	23,10	11.511,16
Terreno Inclinado (10%) 100 hab/ha	23,12	13.322,79	23,12	13.340,48
Terreno Plano 500 hab/ha	93,78	11.493,47	93,78	11.582,04
Terreno Inclinado (10%) 500 hab/ha	93,78	13.322,79	93,78	13.411,36
Terreno Plano 1000 hab/ha	182,16	11.493,47	182,16	11.670,61
Terreno Inclinado (10%) 1000 hab/ha	182,20	13.322,79	182,20	13.499,93

A tabela mostra as vazões de projeto calculadas para cada cenário proposto. Nota-se, a priori, que as vazões de projeto para as estruturas de drenagem são maiores em terrenos inclinados. Esse fato é completamente plausível uma vez que espera-se que o escoamento superficial em terrenos inclinados seja muito mais rápido. Nota-se, também, que as vazões de esgoto no sistema unitário, em tempo seco, são menores uma vez que não foram incorporadas vazões de infiltração no valor, dada que são consideradas insignificantes perante o montante final de dimensionamento. A seguir, apresenta-se a proporção das vazões em relação a vazão de esgotos, em cada caso.

Tabela 12 - Proporção da vazão de escoamento

Cenário	Proporção da Vazão de Escoamento			
	Separador Absoluto		Sistema Unitário	
	ESG	DRE	Tempo Seco	Vazões Combinadas
Terreno Plano 100 hab/ha	1	497	1	650
Terreno Inclinado (10%) 100 hab/ha	1	576	1	754
Terreno Plano 500 hab/ha	1	122	1	130
Terreno Inclinado (10%) 500 hab/ha	1	142	1	151
Terreno Plano 1000 hab/ha	1	63	1	65
Terreno Inclinado (10%) 1000 hab/ha	1	73	1	76

Como era de se esperar, as vazões de águas pluviais a serem coletadas apresentavam-se em até 500 vezes superiores às vazões de esgoto. Quanto maior a densidade populacional, no entanto, menor essa diferença. Mesmo com a densidade considerada mais alta a diferença ainda foi bastante elevada, de 60 a 70 vezes. As grandes diferenças nas vazões indica justamente a necessidade de se dimensionarem galerias muito maiores para a coleta de águas pluviais e de esgotos combinados.

A tabela a seguir apresenta os resultados obtidos para as extensões de rede.

Tabela 13 - Extensões de rede encontradas

Cenário	Extensão da Rede (m)			
	Separador Absoluto			Sistema Unitário
	ESG	DRE	Total	
Terreno Plano	10.935,0	7.000,0	17.935,0	11.553,0
Terreno Inclinado (10%)	10.956,0	7.000,0	17.956,0	11.553,0

Tanto para o terreno plano quanto para o inclinado a rede de drenagem apresentou a mesma extensão, uma vez que deveria considerar todas as áreas de contribuição delimitadas, que eram iguais para ambos os casos. A rede de esgotos apresentou diferença nos dois casos por conta das limitações de profundidade no terreno plano, conforme explicitado anteriormente. Essas limitações fizeram necessária a adoção de um traçado diferente. No sistema unitário a rede teve exatamente a mesma extensão em ambos os terrenos.

Nota-se que, em termos de extensão total de rede, o sistema unitário apresenta cerca de apenas 60% da extensão total exigida pelo sistema separador. Esse, por sua vez, tem a maior extensão referente à rede de esgotos.

Faz-se importante destacar que para todos os dimensionamentos os parâmetros de projeto e requisitos da norma foram atendidos. As tabelas integrais de dimensionamento hidráulico para cada caso estão apresentadas nos apêndices deste trabalho.

No separador absoluto, conforme já explicado, as águas pluviais são descartadas diretamente no corpo receptor, a jusante da área de projeto. Os esgotos, por sua vez, são integralmente bombeados e conduzidos a uma estação de tratamento de esgotos.

No sistema unitário, por outro lado, foi definido o arranjo da disposição final conforme exposto no item 3.6.4. Dessa forma, a tabela a seguir visa ilustrar as vazões máximas a serem encaminhadas para cada caso (tratamento, extravasamento e reservação).

Tabela 14 - Vazões encaminhadas por tipo de disposição

Cenário	Vazão de esgotos (L/s)	Vazão encaminhada (L/s)		
		Tratamento	Extravasamento	Reservação
Terreno Plano 100 hab/ha	23,10	69,30	161,70	11.334,26
Terreno Inclinado (10%) 100 hab/ha	23,12	69,36	161,84	13.163,58
Terreno Plano 500 hab/ha	93,78	281,34	656,46	10.696,34
Terreno Inclinado (10%) 500 hab/ha	93,78	281,34	656,46	12.525,66
Terreno Plano 1000 hab/ha	182,16	546,48	1275,12	9.899,21
Terreno Inclinado (10%) 1000 hab/ha	182,20	546,60	1275,40	11.728,53

Finalmente, serão expostos os gráficos obtidos com o orçamento de ambos os sistemas, que servirão de base para as discussões econômicas.

Gráfico 5 - Custo das tubulações e acessórios

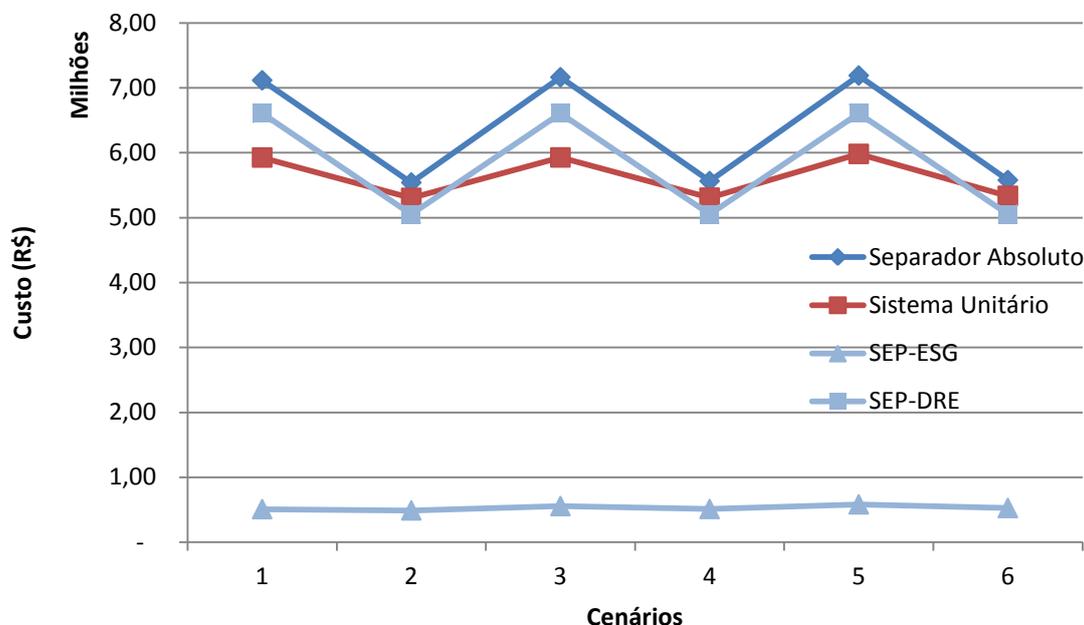


Tabela 15 - Custos das tubulações e acessórios

Custo das tubulações e acessórios (R\$)				
Cenários	Separador Absoluto			Sistema Unitário
	SEP-ESG	SEP-DRE	Total	Tropical
1 - Pop. 100 - Ter. Plano	508.738,87	6.604.749,83	7.113.488,69	5.924.216,57
2 - Pop. 100 - Ter. 10%	488.773,88	5.050.442,67	5.539.216,55	5.302.609,48
3 - Pop. 500 - Ter. Plano	555.872,95	6.604.749,83	7.160.622,77	5.924.996,65
4 - Pop. 500 - Ter. 10%	511.450,02	5.050.442,67	5.561.892,69	5.305.838,40
5 - Pop. 1000 - Ter. Plano	582.003,26	6.604.749,83	7.186.753,09	5.979.717,35
6 - Pop. 1000 - Ter. 10%	526.036,80	5.050.442,67	5.576.479,47	5.333.539,32

Os custos das tubulações e acessórios englobam a aquisição e assentamento de tubulações e poços de visita, bem como de todos os outros dispositivos auxiliares (como sarjetas e bocas de lobo).

Os custos destes itens para o sistema separador absoluto foram maiores em todos os casos. Isso é previsto principalmente por conta da maior extensão total de rede encontrada nesse tipo de sistema. Mais trechos indicam mais gastos com tubulações e

órgãos acessórios. Nota-se também que nos cenários com terreno inclinado os custos reduziram. Isso porque nesses casos, apesar das extensões totais serem bastante semelhantes, a presença de uma declividade maior acarreta em diâmetros menores para as tubulações.

Outro importante detalhe é a representatividade da rede de drenagem no sistema separador em relação a esses custos. Nota-se que a implantação da rede de drenagem representa cerca de 90% dos custos totais com tubulações do sistema separador.

Gráfico 6 - Custos da movimentação de terra

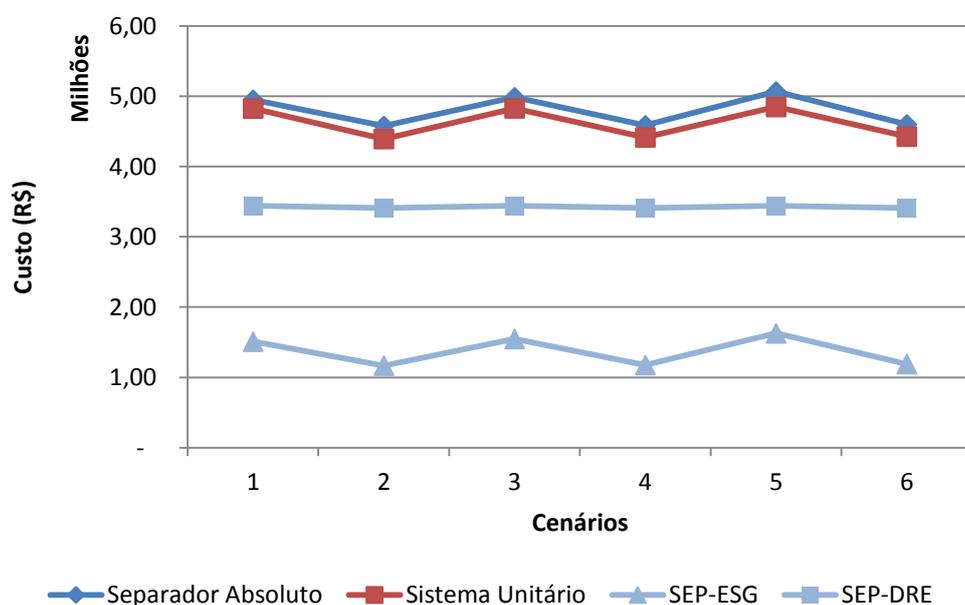


Tabela 16 - Custos da movimentação de terra

Custo do movimento de terra (R\$)				
Cenários	Separador Absoluto			Sistema Unitário
	SEP-ESG	SEP-DRE	Total	Tropical
1 - Pop. 100 - Ter. Plano	1.509.156,15	3.440.157,67	4.949.313,82	4.825.320,09
2 - Pop. 100 - Ter. 10%	1.168.442,46	3.410.205,93	4.578.648,38	4.391.775,54
3 - Pop. 500 - Ter. Plano	1.545.887,75	3.440.157,67	4.986.045,42	4.827.657,37
4 - Pop. 500 - Ter. 10%	1.177.404,27	3.410.205,93	4.587.610,19	4.414.295,09
5 - Pop. 1000 - Ter. Plano	1.627.494,14	3.440.157,67	5.067.651,81	4.847.886,90
6 - Pop. 1000 - Ter. 10%	1.189.831,33	3.410.205,93	4.600.037,26	4.425.965,87

Os custos com movimentação de terra se referem a todos os quantitativos associados a escavação de valas para assentamento de tubulações e poços de visita.

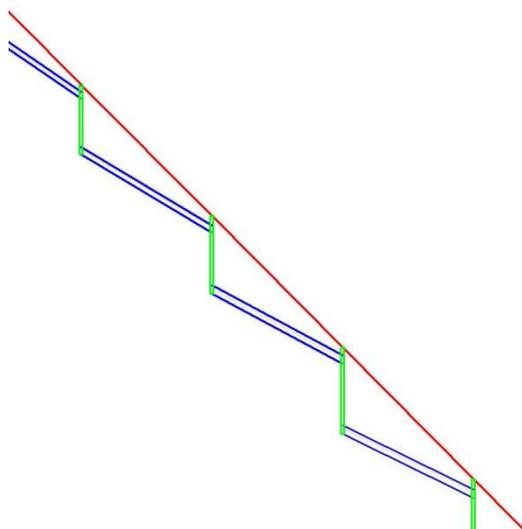
Incluem a mobilização do bota-fora, o aterro e reaterro, a regularização da vala e a própria escavação.

Nota-se que para este item o sistema separador absoluto também apresentou maiores custos, em todos os cenários. Esse fato também pode-se explicar pela maior extensão e cobertura total da rede no separador. Por outro lado, é possível perceber que a diferença não é tão gritante. Isso porque no sistema unitário as imposições de declividades mínimas associadas a tubulações de grandes diâmetros incorreram em profundidades de escavação maiores.

O SEP-DRE representa, para este item, cerca de 70% dos custos totais do sistema separador absoluto.

Nota-se que para o SEP-DRE os custos praticamente se mantiveram constantes, independente da declividade do terreno. Isso porque, a declividade máxima é definida pela velocidade máxima, que não poderá ser maior que 5,0 m/s. Portanto, se fosse adotada a declividade do terreno as velocidade ultrapassariam esses valores. A figura a seguir ilustra um perfil longitudinal típico em situações como essa, que toma a forma de uma escada, de maneira a reduzir a energia cinética do escoamento em cada trecho.

Figura 12 - Perfil longitudinal com intuito de reduzir a energia cinética do escoamento



Fonte: elaboração própria

Nesse caso, foram necessárias escavações profundas a montante dos trechos, para garantir a imposição de declividades menores, incorrendo em maiores custos de escavação. Essa diferença é ainda mais marcante no item a seguir.

Gráfico 7 - Custos de escoramento

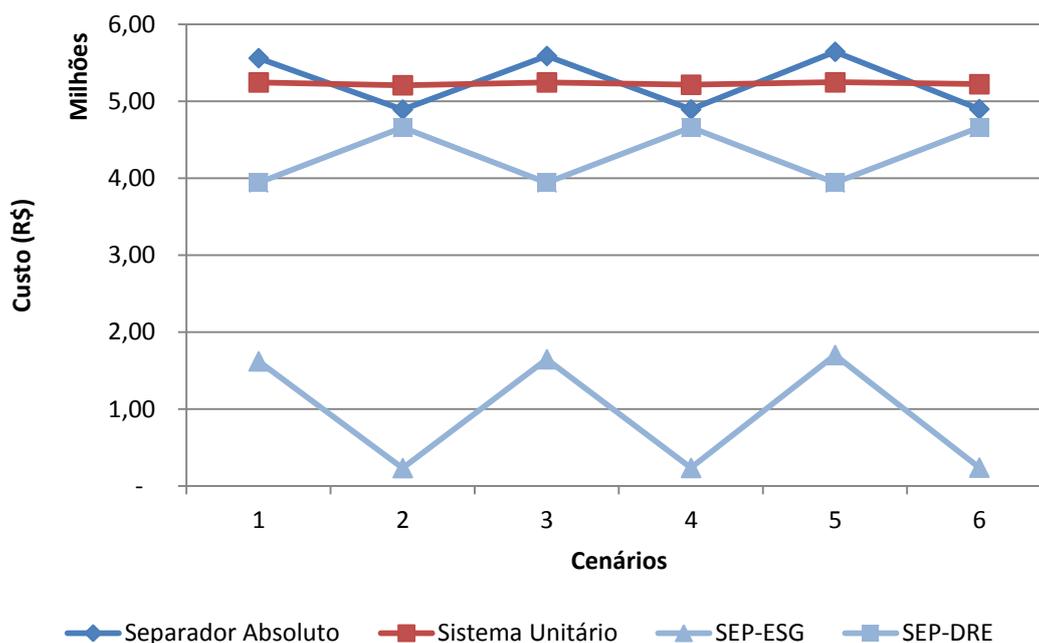


Tabela 17 - Custos de escoramento

Custo de escoramento (R\$)				
Cenários	Separador Absoluto			Sistema Unitário
	SEP-ESG	SEP-DRE	Total	Tropical
1 - Pop. 100 - Ter. Plano	1.619.875,91	3.940.382,10	5.560.258,01	5.244.833,88
2 - Pop. 100 - Ter. 10%	233.500,49	4.658.490,91	4.891.991,40	5.207.546,06
3 - Pop. 500 - Ter. Plano	1.647.267,46	3.940.382,10	5.587.649,56	5.245.056,81
4 - Pop. 500 - Ter. 10%	234.982,72	4.658.490,91	4.893.473,62	5.213.801,67
5 - Pop. 1000 - Ter. Plano	1.702.153,89	3.940.382,10	5.642.535,99	5.245.624,90
6 - Pop. 1000 - Ter. 10%	239.422,81	4.658.490,91	4.897.913,71	5.221.052,76

Este item se refere a apenas um quantitativo gerado pelos softwares, que é o escoramento lateral das valas com profundidade maior ou igual a 1,3 metro. É curioso notar que os custos com escoramento são maiores que os custos de escavação e bastante similares aos custos com tubulações e dispositivos auxiliares. No entanto, este item se refere a apenas um serviço realizado, enquanto os outros itens englobam diferentes composições de serviços. Analisando os custos com a rede individualmente por quantitativo, o escoramento é de longe aquele que representa maiores custos.

O gráfico ilustra a situação exposta anteriormente, de limitação das declividades da rede de drenagem pelas velocidades máximas. Diferentemente do que se observava

anteriormente, o terreno inclinado atuou no sentido de aumentar os custos com escoramento, visto a necessidade de escavações superiores a 1,3 metro para garantir a adoção de declividades menores que 10% para as tubulações.

Por outro lado, no SEP-ESG a declividade teve efeito extremamente positivo, uma vez que facilitou o alcance das tensões tratativas mínimas. O saldo final favoreceu o barateamento do sistema separador neste item, para terrenos com declividade de 10%.

Nos custos de rede, este item foi o único em que o sistema unitário apresentou maiores custos, exclusivamente nos cenários com terreno inclinado.

Gráfico 8 - Custos das estações elevatórias

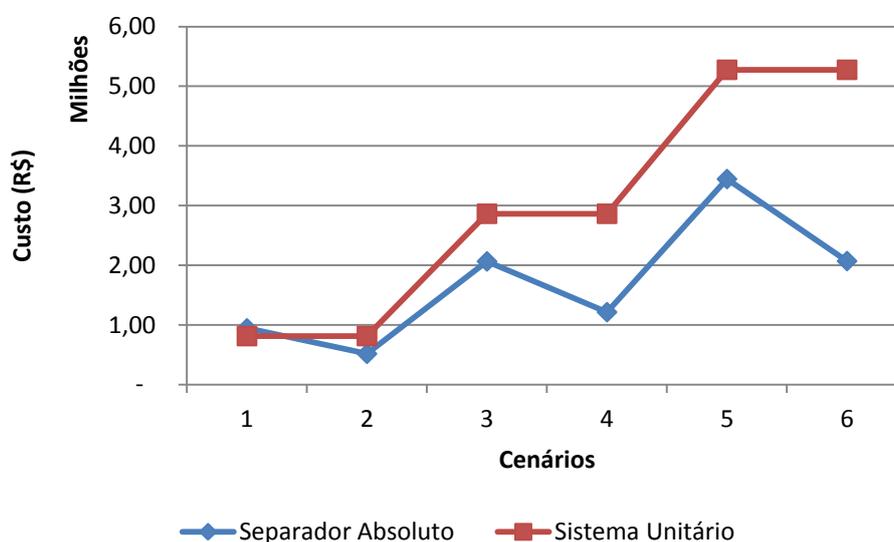


Tabela 18 - Custos das estações elevatórias

Custo das estações elevatórias (R\$)			
Cenários	Separador Absoluto		Sistema Unitário
	ESG	DRE	Tropical
1 - Pop. 100 - Ter. Plano	944.303,08	x	814.654,32
2 - Pop. 100 - Ter. 10%	517.501,50	x	814.654,32
3 - Pop. 500 - Ter. Plano	2.065.942,26	x	2.864.365,73
4 - Pop. 500 - Ter. 10%	1.215.216,69	x	2.864.365,73
5 - Pop. 1000 - Ter. Plano	3.446.260,96	x	5.277.739,86
6 - Pop. 1000 - Ter. 10%	2.071.931,56	x	5.277.739,86

Era de se esperar que os custos das elevatórias crescessem conforme maiores os adensamentos e, conseqüentemente, maiores as vazões de esgoto. No sistema unitário as

vazões a serem recalculadas para a ETE são 3 vezes maiores que no sistema separador. Por conta disso, eram de se esperar custos superiores para o primeiro. Por outro lado, teoricamente, a topografia tampouco influenciaria nos custos, uma vez que este depende exclusivamente das vazões de esgoto.

Nota-se que, para o sistema separador, os terrenos com inclinação de 10% apresentaram custos menores com as EEE. Isso porque, conforme explicitado no item 3.4.1., o terreno plano no SEP-ESG indicou a necessidade de instalação de EEEs intermediárias, por conta do aprofundamento precoce das tubulações. Portanto, consideraram-se duas elevatórias nos cenários de topografia plana, para o SEP-ESG, acarretando em maiores custos que no terreno inclinado.

Embora os custos com EEEs no sistema unitário sejam sempre maiores, isso não se observou no cenário 1. Neste caso, o custo das duas elevatórias previstas no SEP-ESG foi superior do que o custo da única elevatória dimensionada para 3 vezes a vazão de esgotos.

Gráfico 9 - Custos com tratamento

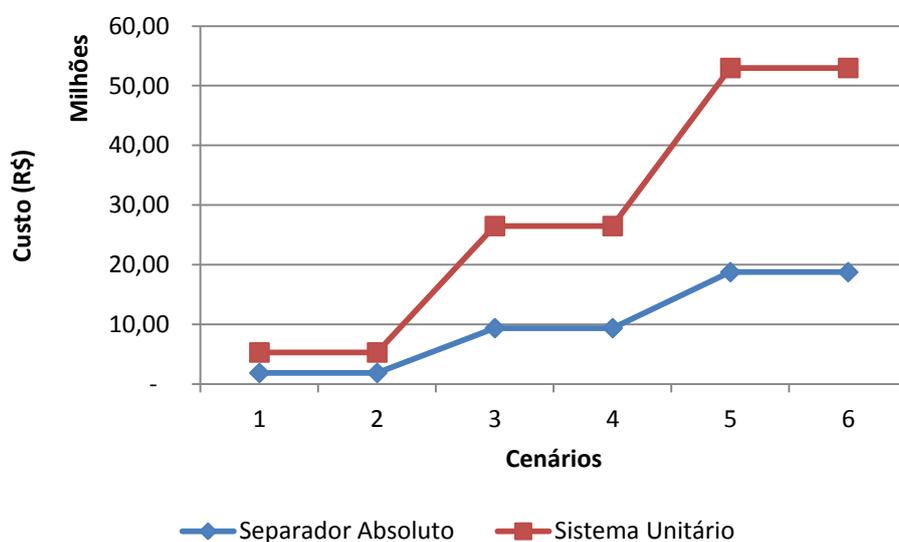


Tabela 19 - Custos com tratamento

Custo do tratamento (R\$)			
Cenários	Separador Absoluto		Sistema Unitário
	ESG	DRE	Tropical
1 - Pop. 100 - Ter. Plano	1.876.041,00	x	5.297.939,78
2 - Pop. 100 - Ter. 10%	1.876.041,00	x	5.297.939,78
3 - Pop. 500 - Ter. Plano	9.380.205,00	x	26.489.698,92

4 - Pop. 500 - Ter. 10%	9.380.205,00	x	26.489.698,92
5 - Pop. 1000 - Ter. Plano	18.760.410,00	x	52.979.397,84
6 - Pop. 1000 - Ter. 10%	18.760.410,00	x	52.979.397,84

Os custos de tratamento se apresentaram sempre maiores para o sistema unitário, o que está de acordo com o fato de seu dimensionamento ser para três vezes a vazão de esgotos em tempo seco.

Nota-se, no entanto, que o aumento de preços das ETEs no sistema unitário é muito mais latente que no sistema separador, conforme aumenta-se a densidade populacional. A diferença de preços era de apenas cerca de R\$ 3 milhões nos cenários de baixo adensamento e pulou para cerca de R\$ 30 milhões nos cenários de alto adensamento.

Gráfico 10 - Custos dos extravasores e reservatórios do sistema unitário

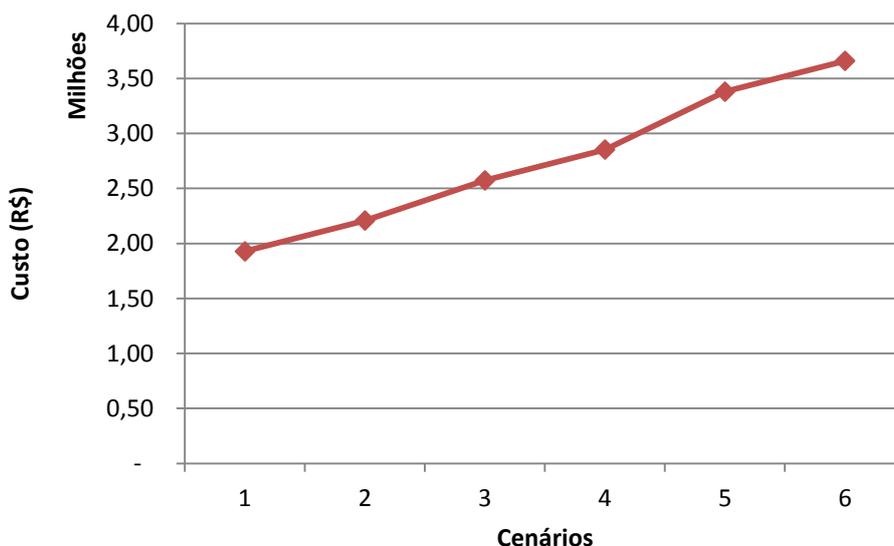


Tabela 20 - Custos dos extravasores e reservatórios do sistema unitário

Custo dos extravasores e reservatórios (R\$)			
Cenários	Separador Absoluto		Sistema Unitário
	ESG	DRE	Tropical
1 - Pop. 100 - Ter. Plano	x	x	1.927.986,08
2 - Pop. 100 - Ter. 10%	x	x	2.208.387,91
3 - Pop. 500 - Ter. Plano	x	x	2.573.116,66
4 - Pop. 500 - Ter. 10%	x	x	2.853.518,49
5 - Pop. 1000 - Ter. Plano	x	x	3.379.571,28
6 - Pop. 1000 - Ter. 10%	x	x	3.659.973,11

Esse gráfico ilustra o crescimento dos custos referentes aos extravasores (associados também a um tratamento primário) e aos reservatórios para detenção das vazões excedentes.

Os custos dos extravasores e do tratamento primário estão associados puramente às vazões de esgotos gerados, uma vez que são dimensionados para 7 vezes esses valores. No entanto os reservatórios tem seu custo associado ao volume excedente após encaminhamento para ETE e extravasamento das vazões combinadas. Dessa forma, os volumes e custos serão maiores quanto menores as vazões de esgoto.

O saldo final, no entanto, indica que os custos dos extravasores e do tratamento primário são mais representativos que dos reservatórios, uma vez que a curva de custos cresce quanto maior a densidade populacional.

Gráfico 11 - Custos totais separador x unitário

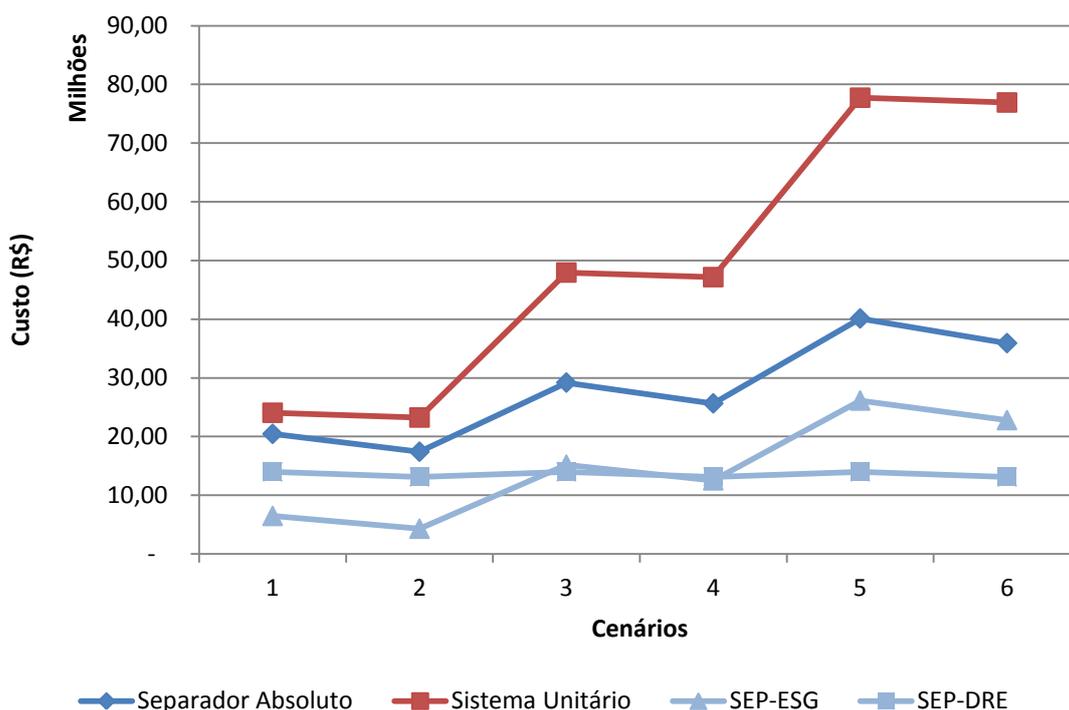


Tabela 21 - Custos totais separador x unitário

Cenários	Custo Total (R\$)			
	Separador Absoluto			Sistema Unitário
	SEP-ESG	SEP-DRE	Total	Tropical
1 - Pop. 100 - Ter. Plano	6.458.115,01	13.985.289,60	20.443.404,60	24.034.950,73

2 - Pop. 100 - Ter. 10%	4.284.259,32	13.119.139,50	17.403.398,82	23.222.913,10
3 - Pop. 500 - Ter. Plano	15.195.175,41	13.985.289,60	29.180.465,01	47.924.892,15
4 - Pop. 500 - Ter. 10%	12.519.258,70	13.119.139,50	25.638.398,20	47.141.518,31
5 - Pop. 1000 - Ter. Plano	26.118.322,25	13.985.289,60	40.103.611,85	77.709.938,13
6 - Pop. 1000 - Ter. 10%	22.787.632,50	13.119.139,50	35.906.772,00	76.897.668,76

A principal consideração a ser feita em relação aos custos totais é em relação a forma do gráfico. Nota-se que o mesmo segue praticamente o mesmo formato dos gráficos referentes aos custos das ETEs. De fato, conforme será visto a seguir, as ETEs são os elementos do sistema de esgotamento sanitário que mais contribuem com os custos totais.

O gráfico ilustra também que, para o sistema separador, o SEP-DRE domina a composição de custos totais desse tipo de sistema para baixos adensamentos. No entanto, como este depende apenas das vazões de chuva, os custos são praticamente constantes quanto maiores os adensamentos. Por outro lado, com esse aumento, o SEP-ESG aumenta a sua representatividade frente aos custos globais do sistema separador absoluto.

Gráfico 12 - Composição dos custos: separador absoluto

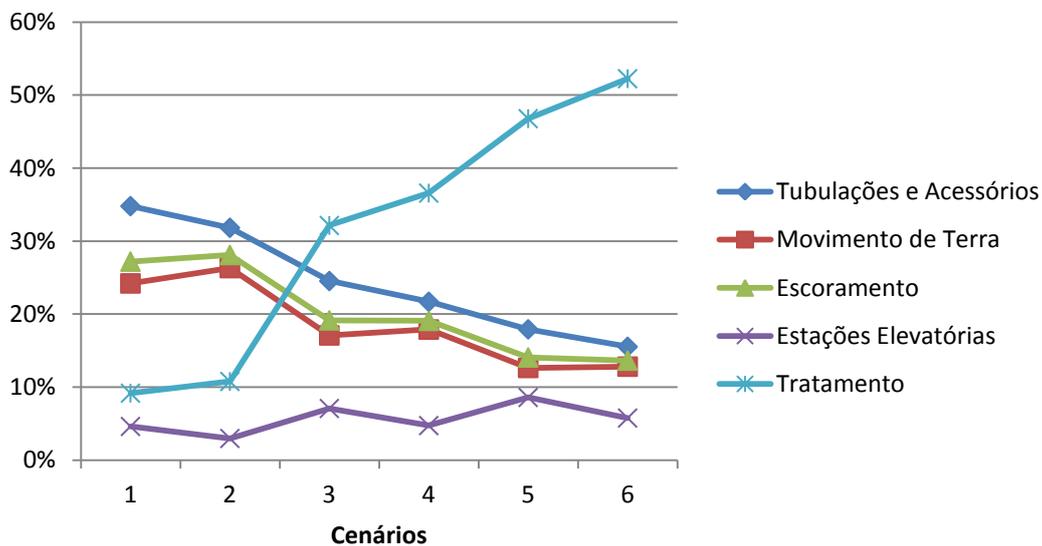
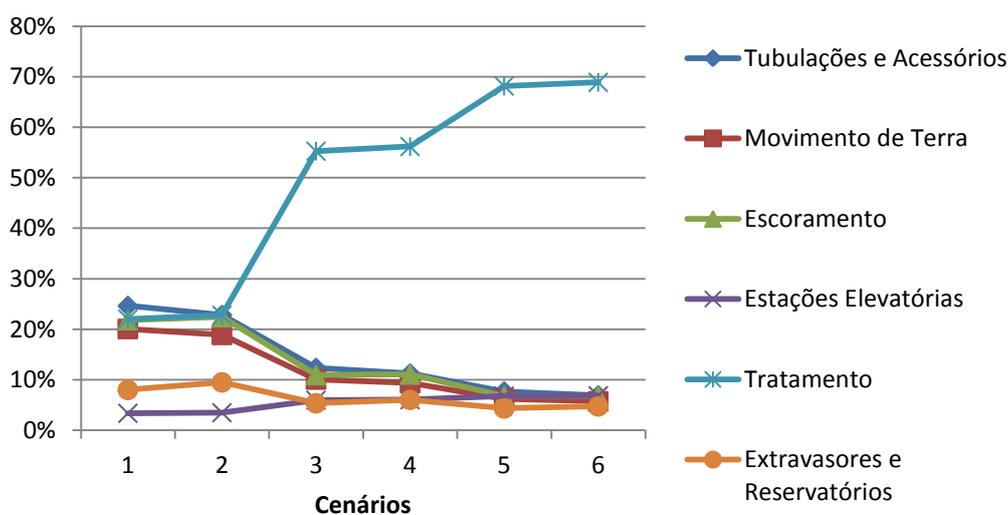


Gráfico 13 - Composição dos custos: unitário



Esses últimos gráficos ilustram a representatividade de cada item analisado neste trabalho frente aos custos totais do sistema de esgotamento sanitário escolhido.

No sistema separador absoluto vê-se que, para baixos adensamentos populacionais os custos referentes às tubulações, dispositivos auxiliares, movimento de terra e escoramento (ou seja, custos associados a coleta de esgotos) são mais representativos, sendo responsáveis por cerca de 86% dos custos totais. No entanto, conforme aumenta-se o adensamento e as vazões de esgotos geradas, os custos com a ETE mostram-se bastante mais proeminentes, representando até 52% dos custos totais, no cenário 6.

Já no sistema unitário, os custos com a ETE são bastante representativos mesmo nos cenários com baixo adensamento (22%), quando os custos com a coleta também apresentam destaque (67%). Por outro lado, conforme crescem os adensamentos, a representatividade das ETEs também aumenta intensamente, chegando até 70% dos custos totais. Somando-se os custos da ETE com os custos inerentes ao tratamento primário e extravasamento e com os custos de reservação (todos dispositivos associados a disposição final do efluente no sistema unitário), o total de gastos representa 75% do custo global do SES.

4.2. Discussão 2: Verificação hidráulica da rede drenagem recebendo contribuições temporárias de esgotos sanitários

Os resultados gerados para essa discussão foram separados em 4 tabelas separadas, referente as galerias de drenagem em cada cenário:

- Galerias laterais: topografia plana
- Galerias centrais: topografia plana
- Galerias laterais: terreno inclinado 10%
- Galerias centrais: terreno inclinado 10%

Para cada caso foram analisadas as tensões trativas referentes às vazões mínimas de projeto de 1,5 L/s às vazões máximas de esgotos. Também analisaram-se as velocidades críticas e verificaram-se por esse critério as velocidades máximas. Em relação a lâmina d'água máxima de 75% para redes de esgoto, julgou-se desnecessária tal avaliação, uma vez que as vazões de esgoto em questão são muito menores daquelas de dimensionamento das galerias, sendo impossível que o limite de 75% fosse ultrapassado.

Serão apresentadas a seguir as tabelas referentes as galerias do terreno plano, seguidas das análises e posteriormente as tabelas referentes as galerias do terreno inclinado.

Tabela 22 - Verificação hidráulica: galerias laterais/terreno plano

Terreno Plano - Galerias Laterais															
Diâmetros (m)	Vazão Inicial (L/s)	Vazão Final (L/s)			Tensão Trativa Inicial (Pa)	Tensão Trativa Final (Pa)			Velocidade Crítica (m/s)			Velocidade Máxima (m/s)			
		Baixa	Média	Alta		Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta	
0,4	1,50	0,15	0,77	1,53	0,25	0,19	0,22	0,26	2,59	2,80	3,04	0,04	0,14	0,23	
0,6	1,50	0,30	1,49	2,99	0,31	0,28	0,31	0,35	3,15	3,32	3,53	0,03	0,14	0,23	
0,7	1,50	0,45	2,22	4,44	0,34	0,32	0,36	0,40	3,40	3,59	3,80	0,04	0,15	0,25	
0,8	1,50	0,59	2,95	5,89	0,38	0,37	0,41	0,45	3,63	3,82	4,03	0,04	0,16	0,26	
0,9	1,50	0,74	3,68	7,35	0,42	0,41	0,45	0,50	3,85	4,03	4,24	0,04	0,16	0,27	
0,9	1,50	0,88	4,40	8,80	0,51	0,50	0,56	0,62	3,85	4,05	4,27	0,04	0,18	0,31	
1	1,50	1,03	5,13	10,26	0,46	0,46	0,50	0,56	4,06	4,26	4,49	0,04	0,17	0,30	
1	1,50	1,17	5,86	11,71	0,56	0,56	0,62	0,69	4,06	4,27	4,51	0,05	0,20	0,33	
1,1	1,50	1,32	6,59	13,16	0,50	0,50	0,55	0,62	4,25	4,46	4,71	0,04	0,19	0,31	
1,1	1,50	1,47	7,35	14,70	0,50	0,50	0,56	0,63	4,26	4,49	4,76	0,05	0,20	0,34	
1,1	1,50	1,62	8,08	16,15	0,61	0,62	0,68	0,77	4,26	4,49	4,76	0,05	0,22	0,37	

Tabela 23 - Verificação hidráulica: galerias centrais/terreno plano

Terreno Plano - Galerias Centrais														
Diâmetros (m)	Vazão Inicial (L/s)	Vazão Final (L/s)			Tensão Trativa Inicial (Pa)	Tensão Trativa Final (Pa)			Velocidade Crítica (m/s)			Velocidade Máxima (m/s)		
		Baixa	Média	Alta		Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
0,5	1,50	0,15	0,77	1,53	0,28	0,23	0,25	0,28	2,87	3,00	3,16	0,02	0,11	0,18
0,7	1,50	0,30	1,49	2,99	0,34	0,32	0,34	0,37	3,38	3,51	3,66	0,02	0,11	0,19
0,8	1,50	0,45	2,22	4,44	0,38	0,36	0,39	0,43	3,62	3,76	3,93	0,03	0,12	0,21
0,9	1,50	0,59	2,95	5,89	0,43	0,42	0,45	0,49	3,84	3,98	4,15	0,03	0,13	0,23
1	1,50	0,74	3,68	7,35	0,46	0,45	0,49	0,53	4,04	4,19	4,36	0,03	0,13	0,23
1,1	1,50	0,88	4,40	8,80	0,50	0,50	0,53	0,58	4,24	4,38	4,55	0,03	0,13	0,23
1,1	1,50	1,03	5,13	10,26	0,61	0,61	0,65	0,71	4,24	4,39	4,57	0,03	0,15	0,27
1,2	1,50	1,17	5,86	11,71	0,55	0,54	0,58	0,63	4,43	4,58	4,77	0,03	0,15	0,26
1,2	1,50	1,32	6,59	13,16	0,56	0,56	0,61	0,66	4,43	4,60	4,81	0,04	0,16	0,28
1,3	1,50	1,47	7,35	14,70	0,59	0,59	0,63	0,69	4,61	4,77	4,97	0,03	0,16	0,27
1,3	1,50	1,62	8,08	16,15	0,59	0,59	0,64	0,70	4,61	4,79	5,01	0,04	0,17	0,30

As tabelas apresentadas indicam que, para uma situação em que o terreno é plano, a tensão trativa mínima de 1,0 Pa nunca seria alcançada, no caso de lançamentos temporários de esgotos. As redes de drenagem, por conduzirem vazões elevadas, necessitam de baixas declividades para atingirem as velocidades mínimas de condução. Dessa forma, as galerias possuem uma declividade insuficiente para conduzir esgotos com uma tensão de arraste suficiente para carrear os sólidos que se depositam na tubulação. Com a declividade baixa, apenas vazões muito mais elevadas seriam capazes de atingir a tensão trativa mínima. Nota-se que, no cenário com maiores adensamentos a trativa atingiu o valor máximo de 0,77 Pa. Isso mostra que seria necessário um adensamento ainda maior para que as vazões fossem o suficiente para que a norma fosse atendida.

Em relação as velocidades, por conta da baixa declividade, grandes diâmetros e baixas vazões associadas, todos os valores máximos foram verificados positivamente pela velocidade crítica. É coerente assumir que dificilmente haveriam problemas com as velocidades máximas de esgotos nessas tubulações, justamente pelas baixas vazões. No entanto, as velocidades baixas ratificam a impossibilidade de se atingirem trações trativas mínimas nessas galerias.

Tabela 24 - Verificação hidráulica: galerias laterais/terreno inclinado

Terreno Inclinado 10% - Galerias Laterais														
Diâmetros (m)	Vazão Inicial (L/s)	Vazão Final (L/s)			Tensão Trativa Inicial (Pa)	Tensão Trativa Final (Pa)			Velocidade Crítica (m/s)			Velocidade Máxima (m/s)		
		Baixa	Média	Alta		Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
0,4	1,50	0,15	0,77	1,53	17,85	17,15	17,47	17,86	2,54	2,56	2,59	0,04	0,19	0,37
0,4	1,50	0,30	1,49	2,98	18,41	17,78	18,41	19,18	2,54	2,59	2,64	0,08	0,36	0,67
0,4	1,50	0,44	2,22	4,43	18,67	18,11	19,04	20,20	2,55	2,61	2,69	0,11	0,52	0,94
0,4	1,50	0,59	2,94	5,88	16,07	15,62	16,77	18,18	2,56	2,65	2,76	0,15	0,66	1,16
0,5	1,50	0,73	3,67	7,33	16,87	16,63	17,54	18,66	2,85	2,93	3,02	0,12	0,54	0,99
0,5	1,50	0,88	4,39	8,79	15,00	14,81	15,84	17,10	2,86	2,95	3,07	0,14	0,63	1,13
0,5	1,50	1,02	5,12	10,24	13,48	13,35	14,48	15,87	2,86	2,98	3,12	0,16	0,72	1,25
0,6	1,50	1,17	5,84	11,69	14,76	14,70	15,62	16,75	3,13	3,22	3,34	0,13	0,59	1,06
0,6	1,50	1,31	6,57	13,14	13,66	13,62	14,61	15,83	3,13	3,24	3,37	0,15	0,65	1,16
0,6	1,50	1,47	7,33	14,67	12,85	12,84	13,92	15,23	3,13	3,26	3,41	0,16	0,72	1,25
1,2	1,50	1,61	8,06	16,12	0,55	0,55	0,60	0,67	4,44	4,65	4,90	0,04	0,19	0,33

Tabela 25 - Verificação hidráulica: galerias centrais/terreno inclinado

Terreno Inclinado 10% - Galerias Centrais														
Diâmetros (m)	Vazão Inicial (L/s)	Vazão Final (L/s)			Tensão Trativa Inicial (Pa)	Tensão Trativa Final (Pa)			Velocidade Crítica (m/s)			Velocidade Máxima (m/s)		
		Baixa	Média	Alta		Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
0,4	1,50	0,15	0,77	1,53	17,85	17,15	17,47	17,86	2,54	2,56	2,59	0,04	0,19	0,37
0,4	1,50	0,30	1,49	2,98	17,81	17,19	17,80	18,56	2,54	2,59	2,64	0,08	0,36	0,67
0,4	1,50	0,44	2,22	4,43	15,35	14,85	15,69	16,74	2,55	2,62	2,71	0,11	0,51	0,93
0,5	1,50	0,59	2,94	5,88	15,27	15,00	15,70	16,56	2,85	2,91	2,99	0,09	0,44	0,82
0,5	1,50	0,73	3,67	7,33	13,18	12,97	13,78	14,77	2,85	2,94	3,04	0,12	0,54	0,96
0,6	1,50	0,88	4,39	8,79	13,77	13,65	14,32	15,15	3,12	3,20	3,29	0,10	0,46	0,84
0,6	1,50	1,02	5,12	10,24	12,61	12,53	13,27	14,19	3,12	3,22	3,32	0,11	0,52	0,94
0,7	1,50	1,17	5,84	11,69	13,39	13,34	13,97	14,75	3,37	3,45	3,54	0,10	0,45	0,82
0,7	1,50	1,31	6,57	13,14	12,51	12,48	13,16	14,01	3,37	3,46	3,57	0,11	0,50	0,90
0,7	1,50	1,47	7,33	14,67	11,76	11,76	12,50	13,41	3,38	3,48	3,61	0,12	0,55	0,98
1,2	1,50	1,61	8,06	16,12	1,03	1,03	1,10	1,20	4,43	4,58	4,77	0,04	0,20	0,35

Por outro lado, nos cenários com terreno inclinado, os resultados foram diferentes. Nestes casos, as galerias adotavam declividades muito maiores, aproveitando as declividades do terreno. Conforme já assinalado, não foi adotada a declividade exata de 10%, pois esse valor acarretaria na extrapolação das velocidade máximas de 5,0 m/s para redes de drenagem. Ainda assim, as declividades puderam ser maiores que no terreno plano.

Por conta disso, o lançamento de esgotos temporários acarretou em valores maiores que 1,0 para a tensão trativa em todos os trechos, salvo um. Os trechos finais de ambas as galerias são aqueles responsáveis por conduzir as águas das últimas vias (cota mínima) até o ponto de descarte. Portanto, a declividade do terreno neste trecho específico não é de 10% e sim, plana. Assim, não foi possível atingir a tensão trativa de 1,0 neste trecho final nas galerias laterais.

Em relação as velocidades, como no terreno plano, as vazões eram pequenas o suficientes de forma que não atingiram velocidades maiores que a crítica em nenhum dos cenários.

Conclui-se que, em terrenos com declividades mais acentuadas, onde as galerias de drenagem também possuem certa declividade, é possível que o lançamento temporário de esgotos atinja os critérios mínimos preconizados nas normas de verificação de redes coletoras de esgotos. A viabilidade do lançamento está fortemente associada a declividade das galerias de drenagem e, em menor medida, às vazões de esgotos contribuintes.

Apesar disso o lançamento temporário de esgotos nas GAPs apresentaria altos riscos para a qualidade do corpo receptor, uma vez que configuraria o lançamento inatura de esgotos, sem qualquer tipo de tratamento ou controle. Adicionalmente, a tabela a seguir ilustra o percentual de cobertura dos sistemas estudados nesse trabalho.

Tabela 26 - Percentual de cobertura do sistema

Cenário	Percentual de Cobertura do Sistema			
	Extensão Total da Área de Projeto (m)	Separador Absoluto		Sistema Unitário
		ESG	DRE	
Terreno Plano	12.363,0	88%	57%	93%
Terreno Inclinado (10%)		89%		

É possível notar que a rede do SEP-DRE atende apenas 57% das vias totais da área de estudo. Esse valor é ratificado pelos estudos de Tsutiya (2009), que indicaram que as redes de drenagem atendem apenas cerca de 50% das vias pavimentadas. Assim, seriam impossível o atendimento a todas as residências da área de projeto. Não seria possível a interligação predial da totalidade dos residentes na área de projeto, indicando de outra maneira que o lançamento temporário de esgotos nas GAPs apresenta uma série de inconsistências com o que se espera de um sistema de coleta de e tratamento de esgotos.

4.3. Discussão 3: Comparação entre o sistema unitário no clima temperado e no clima tropical

Para esta discussão serão apresentados, primeiramente, dados técnicos gerais encontrados com o dimensionamento dos sistemas, como vazões, profundidades, diâmetro máximo dos coletores e capacidade dos reservatórios de retenção.

Tabela 27 - Vazões de escoamento encontradas

Cenário	Vazão de Escoamento (L/s)		
	Vazões de Esgotos	Vazões Combinadas	
		Clima Tropical	Clima Temperado
1 - Pop. 100 - Ter. Plano	17,69	11.511,16	4.763,46
2 - Pop. 100 - Ter. 10%	17,69	13.340,48	5.899,27
3 - Pop. 500 - Ter. Plano	88,57	11.582,04	4.834,34
4 - Pop. 500 - Ter. 10%	88,57	13.411,36	5.970,15
5 - Pop. 1000 - Ter. Plano	177,14	11.670,61	4.922,91
6 - Pop. 1000 - Ter. 10%	177,14	13.499,93	6.058,72

Como era de se esperar, pela própria adoção de uma chuva de projeto para o clima temperado igual a cerca da metade da chuva de clima tropical, que as vazões finais do sistema unitário no clima temperado seriam muito menores. As vazões de esgoto são as mesmas, visto que são dependentes apenas dos adensamentos populacionais, não sendo diretamente interferidas pelo clima, neste trabalho. As vazões

combinadas, no entanto, apresentaram valores cerca de 2,2 a 2,4 vezes maiores no clima tropical que no clima combinado. Essas vazões menores resultaram num dimensionamento hidráulico da rede em que diâmetros de tubulações menores foram adotados.

Tabela 28 - Diâmetros e profundidades máximas

	Clima Tropical	Clima Temperado
Diâmetros Máximos (mm)	2000	1500
Profundidades Máximas (m)	7,00	7,00

O trecho final de tubulação do sistema combina no clima tropical apresentou diâmetro de 2,0 metros, enquanto o mesmo trecho no clima temperado apresentou diâmetro máximo de 1,5 metro. Em relação as profundidades, não foram percebidas diferenças consideráveis entre os dois sistemas. Ambas as redes atingiram, no ponto mais desfavorável, profundidades máximas de 7,0 metros.

O dimensionamento das estações de tratamento e dos dispositivos elevatórios e extravasores associados ao tratamento primários foram os mesmos para ambos os casos, uma vez que o critério limitante era unicamente a vazão de esgotos geradas. Por outro lado, os reservatórios de retenção foram profundamente afetados pelas diferentes chuvas, uma vez que deveriam ser dimensionados pela vazão excedente (a diferença entre a vazão total escoada e as vazões direcionadas para ETE e extravasadas).

Tabela 29 - Volume de retenção dos reservatórios

Cenário	Volume de Retenção dos Reservatórios (m³)	
	Clima Tropical	Clima Temperado
1 - Pop. 100 - Ter. Plano	6.800,56	2.751,94
2 - Pop. 100 - Ter. 10%	7.898,15	3.433,42
3 - Pop. 500 - Ter. Plano	6.417,80	2.369,18
4 - Pop. 500 - Ter. 10%	7.515,40	3.050,67
5 - Pop. 1000 - Ter. Plano	5.939,53	1.890,91
6 - Pop. 1000 - Ter. 10%	7.037,12	2.572,39

Percebe-se que os reservatórios foram dimensionados levando em conta volumes de 2,3 a 3,1 vezes maiores no clima tropical que no clima temperado. Dessa forma, os

custos com essas unidades são maiores bem como as dificuldades construtivas e espaciais para um reservatório de grandes dimensões.

A seguir serão analisados os custos globais dos sistemas unitários em cada cenário proposto tanto para o clima tropical quanto para o clima temperado.

Gráfico 14 - Custos totais do sistema unitário

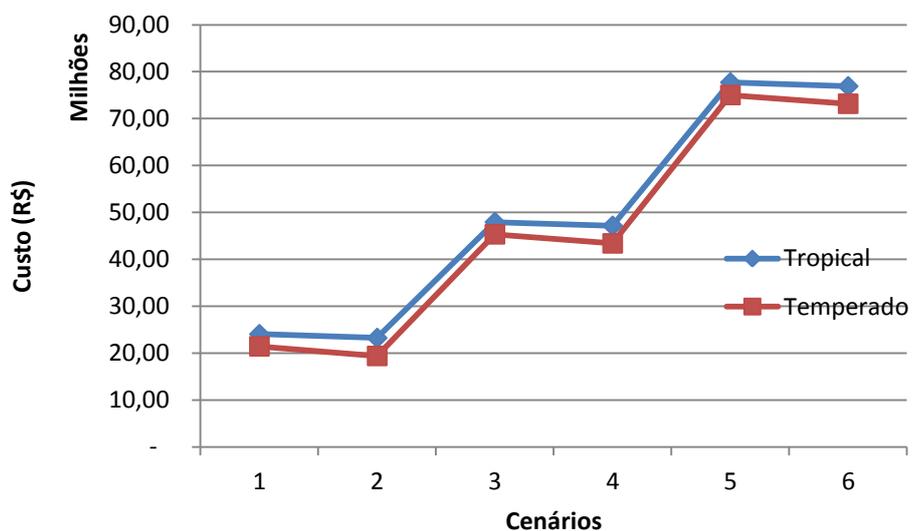


Tabela 30 - Custos totais do sistema unitário

Cenários	Custo Total (R\$)	
	Sistema Unitário	
	Tropical	Temperado
1 - Pop. 100 - Ter. Plano	24.034.950,73	21.436.460,72
2 - Pop. 100 - Ter. 10%	23.222.913,10	19.390.014,23
3 - Pop. 500 - Ter. Plano	47.924.892,15	45.327.363,76
4 - Pop. 500 - Ter. 10%	47.141.518,31	43.389.457,39
5 - Pop. 1000 - Ter. Plano	77.709.938,13	75.023.012,65
6 - Pop. 1000 - Ter. 10%	76.897.668,76	73.164.662,12

Os principais argumentos que criticam a adoção de sistemas unitários em regiões de clima tropical se referem ao dimensionamento de uma rede levando em conta elevadas vazões de chuva, que ocorrerão com baixa frequência. Por outro lado, no clima temperado as chuvas são menos intensas e mais frequentes. Os resultado expostos até aqui corroboram esses argumentos, uma vez que as vazões de dimensionamento em

clima tropical de fato foram bastante maiores, bem como as tubulações e os reservatórios.

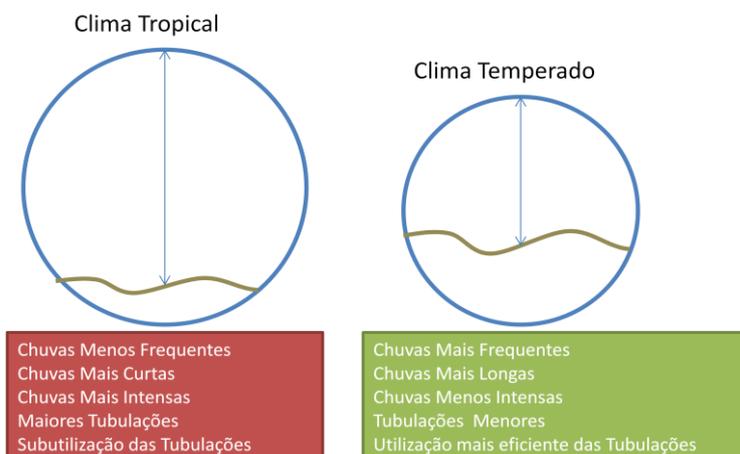
Por outro lado, a análise dos gráficos de custos nos mostra que, economicamente, apesar das diferenças grandes de vazões de dimensionamento, um sistema unitário em clima temperado não é tão mais economicamente viável quanto se esperava.

Em termos puramente econômicos, os custos totais de implantação do sistema unitário em áreas urbanas de clima tropical são de 4% a 20% maiores. O efeito de vazões de projeto mais de duas vezes maiores e de um sistema de coleta com tubulações mais robustas no custo total não foi tão grande quanto se imaginava.

Por outro lado, a análise técnica do funcionamento dos dois sistemas indica a provável subutilização do sistema unitário em áreas de clima tropical. Chuvas mais intensas, menos frequentes e mais curtas, associadas a uma rede de dimensões maiores, acarretam na inevitável subutilização hidráulica do sistema existente. Os coletores transportarão vazões muito menores que seus diâmetros poderiam comportar, a maior parte do tempo, e as ETE receberiam vazões muito menores do que o máximo possível, na maior parte do tempo.

No clima temperado, as chuvas mais frequentes, mais longas e menos intensas, por outro lado, associadas a um sistema dimensionado para uma chuva de projeto menor, teria o seu sistema de tubulações e tratamento sendo utilizados de forma mais eficiente a maior parte do tempo.

Figura 13 - Comparação da seção de uma tubulação do sistema unitário



5. Conclusão

O sistema separador absoluto e o sistema unitário, como soluções para o esgotamento sanitário de áreas urbanas, apresentam uma série de vantagens e desvantagens, conforme foi amplamente discutido neste trabalho. Apesar disso, as discussões que surgem a partir da comparação das duas tipologias, embora fomentem o avanço tecnológico e científico, não podem ofuscar o principal objetivo da engenharia sanitária. A escolha de uma tipologia em detrimento de outra deverá ser, no final das contas, motivada pela melhoria da qualidade de vida e da preservação da saúde pública e do meio ambiente, de forma a aplicar a tecnologia que traga os maiores benefícios para a população em cada caso.

O presente trabalho concluiu que, em termos econômicos, os sistemas unitários aplicados a regiões de clima tropical tendem a se apresentar como os mais custosos, principalmente pelos custos com as estações de tratamento de esgotos. No que diz respeito a eficiência sanitária de cada tipologia, ambas apresentam problemas que devem ser constantemente combatidos. O sistema unitário com a manutenção e o controle de extravasamentos e o sistema separador com o eterno conflito contra ligações irregulares.

No que diz respeito ao lançamento temporário de esgotos sanitários em galerias de águas pluviais, notou-se o papel fundamental da declividade dessas galerias no atendimento às normas que regem a condução de esgotos. De uma forma geral, não é recomendado o lançamento temporário de esgotos em GAPs, dado que estas cobrem cerca de apenas 50% das vias pavimentadas, impossibilitando a execução de ligações em todas as residências. De qualquer forma, sugerem-se novos ensaios com galerias com diferentes declividades, de forma a descobrir as declividades mínimas para que o escoamento de esgotos em GAPs possam atender as tensões trativas mínimas, com diferentes vazões.

Finalmente, o presente estudo concluiu que, em termos econômicos, o sistema unitário aplicado a climas temperados não se apresenta como uma solução tão menos custosa como se esperava. É possível prever que, em climas temperados, a implantação do sistema unitário seja também mais custosa que de um sistema separador. Essa

conclusão abre portas para discussões mais profundas que questionem o porquê deste método ser tão utilizado na Europa e nos Estados Unidos.

Também no âmbito de estudos futuros, recomenda-se a aplicação de modelos hidrológicos como ferramenta para o melhor dimensionamento do sistema unitário. A legislação norte americana se apoia fortemente na hidrologia com instrumento para a determinação de eventos críticos de precipitação e de extravasamento de vazões combinadas. A conversa entre a hidrologia e o saneamento, neste caso, permitiria a análise de diversas outras variáveis que não foram analisadas neste projeto, como: quantidade de eventos de extravasamento por ano, a frequência de ocorrência de chuvas e sua relação com a capacidade hidráulica da tubulação e o cálculo exato dos volumes anuais médios coletados pelo sistema combinado.

Bibliografia

ABTC – Associação Brasileira dos Fabricantes de Tubos de Concreto, *História da pesquisa dos valores do Coeficiente de Manning*, Tradução do trabalho publicado pela ACPA – American Concrete Pipe Association. Julho 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, *NBR 9.649 – Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário*. Brasil, 1986.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, *NBR 14.486 – Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário- Projeto de redes coletoras com tubos de PVC*. Brasil, 2000.

BERNARDES, R. S. & SOARES, S. R. A., *Esgotos combinados e controle da poluição: estratégias para o planejamento do tratamento da mistura de esgotos sanitários e águas pluviais*. Série Alternativas Tecnológicas Saneamento Ambiental. Ed. CAIXA. Brasília, 2004.

BRASIL, *Lei nº 11.445 de 5 de Janeiro de 2007*. Casa Civil. Brasília, 2007.

BRASIL, *Nota Técnica SNSA nº 492/2010 - Resumo I*. Ministério das Cidades. Brasília, 2011.

BRASIL, *PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico*. Disponível em <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/plansab_06-12-2013.pdf>. Ministério das Cidades. Brasília, 2013.

BURIAN, S. J.; NIX, S. J.; DURRANS, S. R.; PITT, R. E.; FAN, C. Y. & FIELD, R., “The historical development of wet-weather flow management”. *EPA – Environmental Protection Agency*, v. 600, JA-99, 275. 1999.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Drenagem urbana: Manual de projeto*. 3ª edição, Editora ASCETESB. São Paulo, 1986.

CHAMPS, J.R., “Manejo de águas pluviais urbanas: o desafio da integração e da sustentabilidade”. *Lei Nacional do Saneamento Básico – Perspectivas para as políticas*

e a gestão dos serviços públicos. Livro 1: Instrumentos das políticas e da gestão dos serviços públicos de saneamento básico, Ministério das Cidades. Brasília, 2009.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, *Resolução n° 357*. Brasília, 17 de Março de 2005.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, *Resolução n° 430*. Brasília, 13 de Maio de 2011.

EPA – United States Environmental Protection Agency, *Combined sewer overflows – Guidance for long-term control plan*. Office of Wastewater Management. Washington, 1995.

FERNANDES, C., *Esgotos Sanitários*. 1ª edição reimpressa, Editora Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 1997.

FERNANDES, C., *Microdrenagem – Um estudo inicial*. Apostila do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, 2002.

FERREIRA, K. B., *Aplicabilidade de tipos de sistemas urbanos de esgotamento sanitário em função de variáveis climáticas e topográficas*. Dissertação de Mestrado, Programa de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013.

GUIMARÃES, A. S. P. & SOUZA, A. P. *Projetos de Pequenos Sistemas Unitários de Esgotamento*. Série Alternativas Tecnológicas Saneamento Ambiental. Ed. CAIXA. Brasília, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico*. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Brasília, 2010.

JORDÃO, E. P. & PESSÔA, C. A., *Tratamento de Esgotos Domésticos*. 7ª edição, Editora ABES. Rio de Janeiro, 2014.

MOURA, P. M., *Contribuição para a Avaliação Global de Sistemas de Drenagem Urbana*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio-ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2004.

NUVOLARI, A., *Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola*. 2ª edição revisada, atualizada e ampliada, Editora Blucher. São Paulo, 2011.

PEDRELLI, T. D., “Programa de Identificação e Eliminação de Ligações Irregulares de Esgoto no Município de Balneário Camburiú – SC”. *XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental*, IX-013. Porto Alegre, Dezembro 2000.

PEREIRA, A. R.; LEAL, C. P. & PASQUALETTO, A., “Levantamento das ligações irregulares de esgoto sanitário em Verde, GO”. *Artigo científico apresentado ao Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) e a Universidade Católica de Goiás (UCG) no curso de Especialização em Gestão Ambiental*. Goiás, 2003.

PEREIRA, J. A. R. & SILVA, J. M. S. da, *Rede Coletora de Esgoto Sanitário: Projeto, Construção e Operação*. 2ª edição revisada e ampliada. Belém, 2010.

RIO ÁGUAS, *Instruções técnicas para elaboração de estudos hidrológicos e dimensionamento hidráulico de sistemas de drenagem urbana*. Secretaria Municipal de Obras da cidade do Rio de Janeiro. Dezembro 2010.

SANDINO, J.; WAGNER, D.; FITZPATRICK, J.; GRAY, D. & BELL, K., “Blending and wet-weather operations: na engineering perspective”. *Experts Forum on Public Health - Impacts of Wet Weather Blending*. Fairfax, Virginia, Junho 2014.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, *Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2013*. Ministério das Cidades. Brasília, 2014.

SOBRINHO, P. A. & TSUTIYA, M. T., *Coleta e transporte de esgoto sanitário*. 3ª edição. Fundo Editorial ABES. São Paulo, 2011.

TOFFOL, S. D., *Sewer system performance assessment – an indicators based methodology*. Tese de Doutorado, Faculdade de Engenharia Civil da Leopold Franzens Universität Innsbruck. Innsbruck, 2006.

TOMAZ, P., *Curso de manejo de águas pluviais*. Livro eletrônico disponível em <<http://pliniotomaz.com.br/livros-digitais/>>. Dezembro 2010.

TSUTIYA, M. T., “Sistema Unitário x Sistema Separador Absoluto. Qual o mais atraente para as condições brasileiras?”. *Revista DAE*, nº 180, p.41-42. Maio 2009.

TSUTIYA, M. T. & BUENO, R. C. R., “Contribuição de águas pluviais em sistemas de esgoto no Brasil”. *Agua latinoamérica*, v. 4, nº 4. Julho e Agosto de 2004.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L. & BARROS, M. T. de, *Drenagem Urbana*. Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v.5, ABRH. Porto Alegre, 1995.

APÊNDICE A - Planta dos projetos do SEP-ESG, SEP-DRE e Unitário

Obs.:

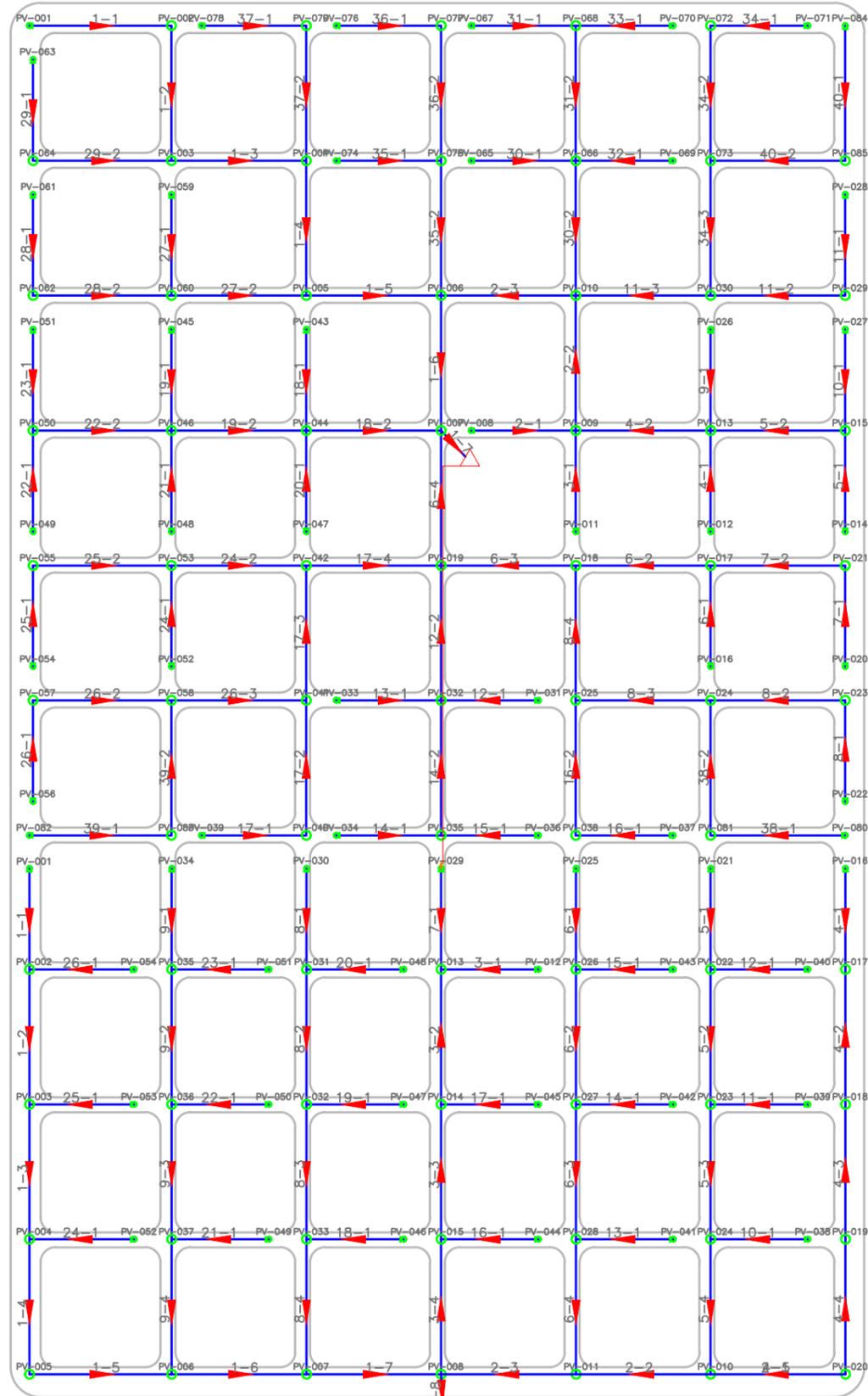
1- O projeto do sistema separador é apresentado separadamente, embora a rede de drenagem e de esgotos devam ser implantadas em conjunto.

1- No SEP-ESG, terreno plano, a numeração dos trechos e dos PVs recomeça após a elevatória intermediária: o projeto foi dividido em dois dimensionamentos.

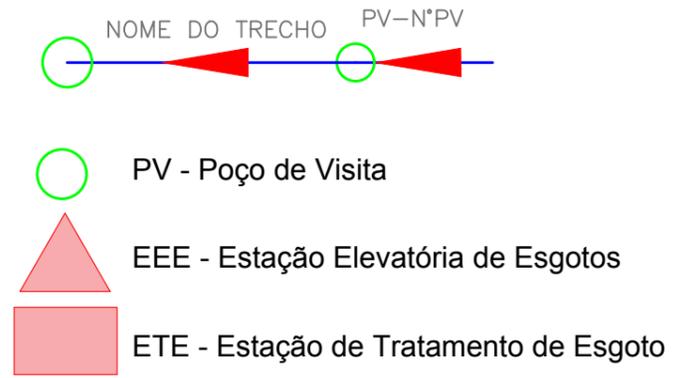
2- No SEP-DRE, foram numeradas apenas uma galeria lateral e uma galeria central e seus acessórios. Isso porque as demais galerias centrais, e a outra galeria lateral apresentam o mesmo dimensionamento. A numeração é individual, por galeria.

3- No Unitário, optou-se por não apresentar novamente a localização das sarjetas, bocas de lobo e tubos de ligação, uma vez que são os mesmos dispositivos, localizados nos mesmos pontos do SEP-DRE.

4- Também no Unitário, foram numeradas as duas galerias laterais e apenas uma galeria central. As galerias centrais que não foram numeradas apresentam o mesmo dimensionamento da única que o foi. A numeração é individual, por galeria.



LEGENDA



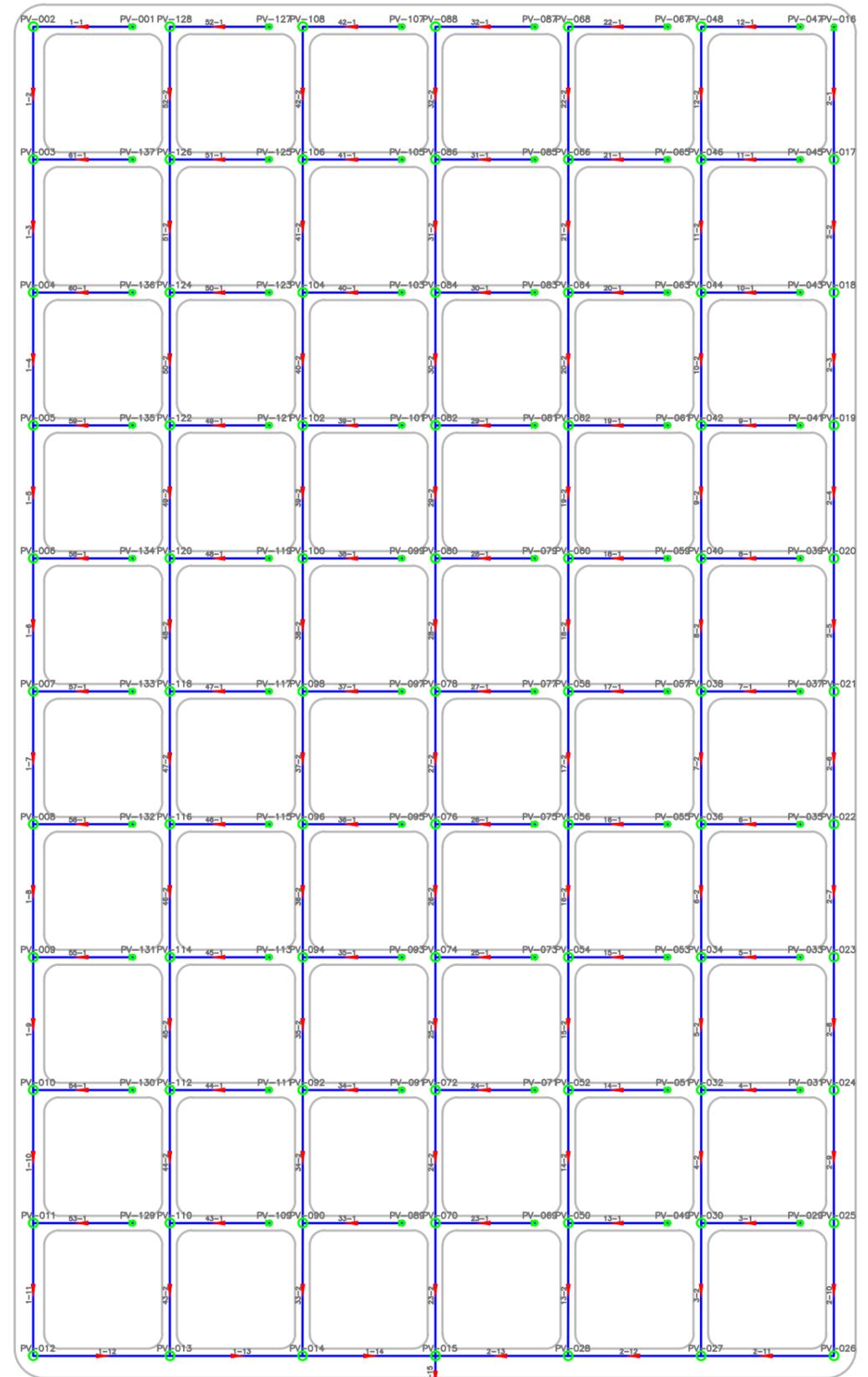
AVALIAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA ADOÇÃO DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO TIPO SEPARADOR ABSOLUTO OU UNITÁRIO EM ÁREAS URBANAS DE CLIMA TROPICAL

TÍTULO :

Projeto da Rede Coletora de Esgotos para terreno com topografia plana (Z = 6,0m)

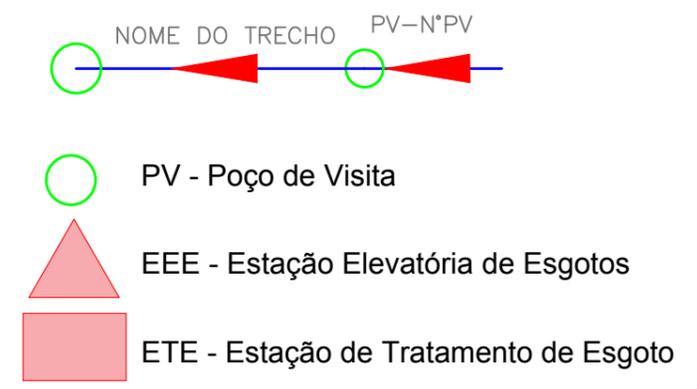
DATA	<u>18</u> / <u>08</u> / <u>2015</u>	PROCESSO:	ESCALA: 1:4000
DES.:	<u>Pedro Mutti</u>	PROJETO:	<u>Pedro Mutti</u>
ASS.:	_____	ASS.:	_____
VISTO:	_____	COORDENAÇÃO	_____
OBS:	FOLHA		Nº DO DOCUMENTO
	01 /		

96,00 m
 86,90
 77,80
 68,70
 59,60
 50,50
 41,40
 32,30
 23,20
 14,10
 5,00



CORPO D'ÁGUA

LEGENDA

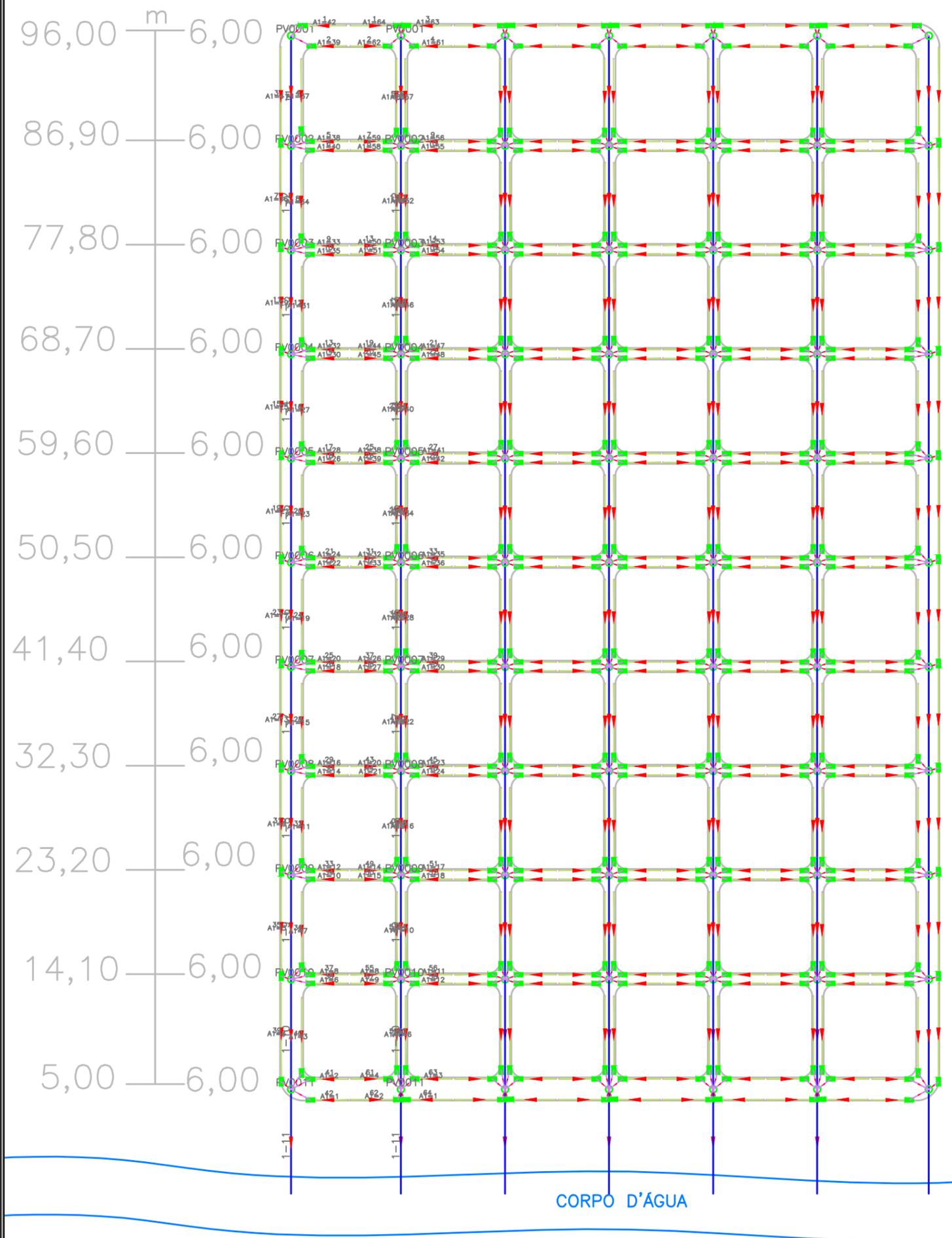


AVALIAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA ADOÇÃO DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO TIPO SEPARADOR ABSOLUTO OU UNITÁRIO EM ÁREAS URBANAS DE CLIMA TROPICAL

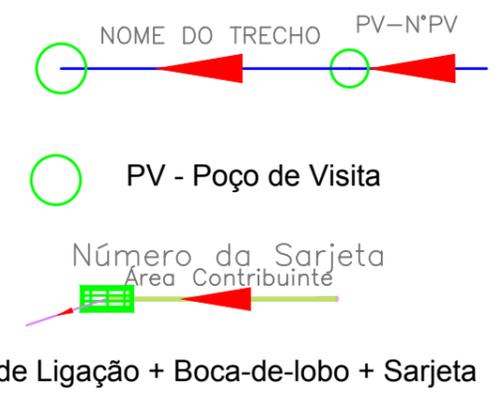
TÍTULO :
 Projeto da Rede Coletora de Esgotos para terreno inclinado

DATA	<u>18</u> / <u>08</u> / <u>2015</u>	PROCESSO:	ESCALA: 1:4000
DES.:	<u>Pedro Mutti</u>	PROJETO:	<u>Pedro Mutti</u>
ASS.:	_____	ASS.:	_____
VISTO:	_____	COORDENAÇÃO	_____
OBS:	FOLHA		Nº DO DOCUMENTO
	01 /		

10% - Plano



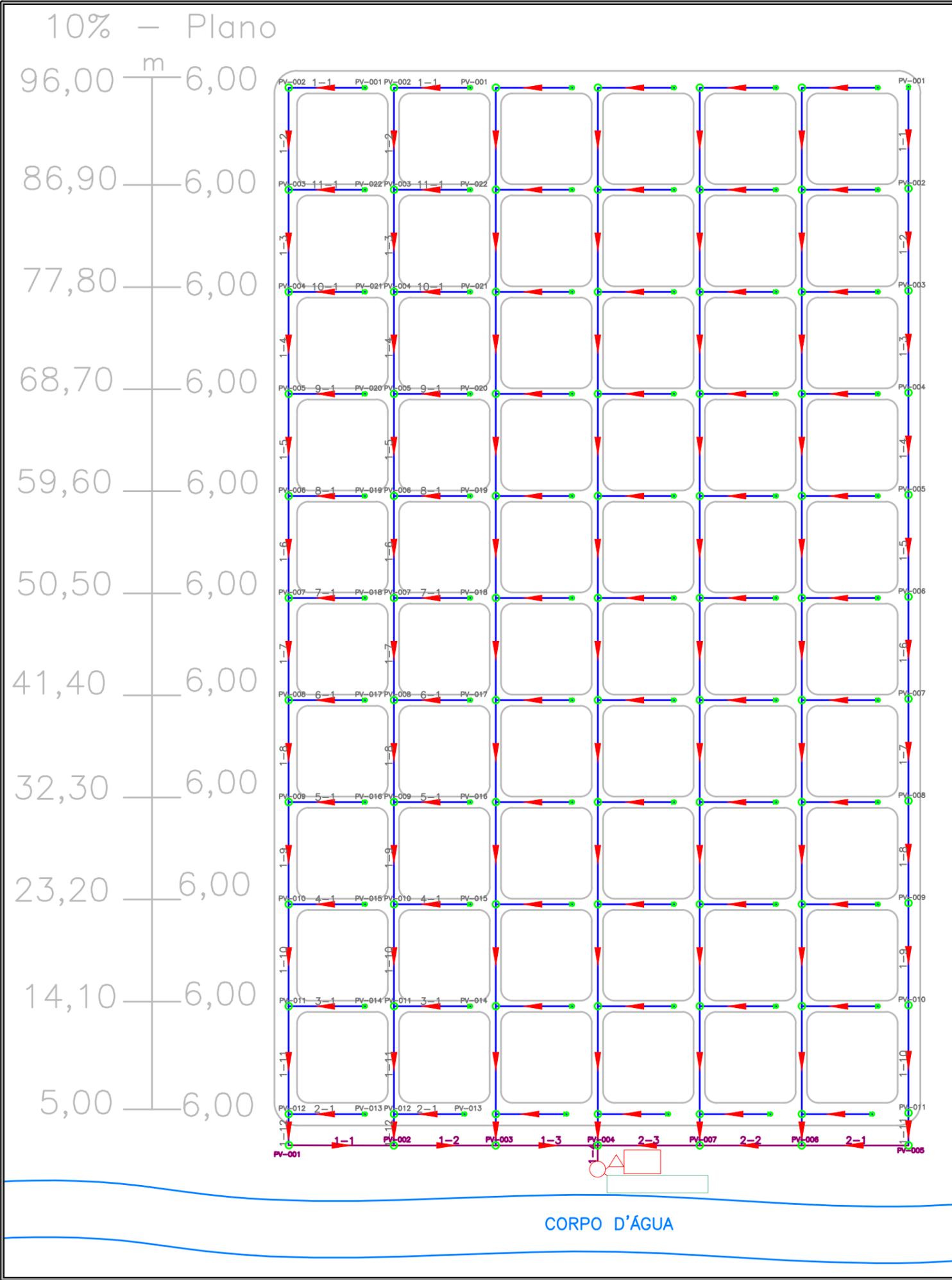
LEGENDA



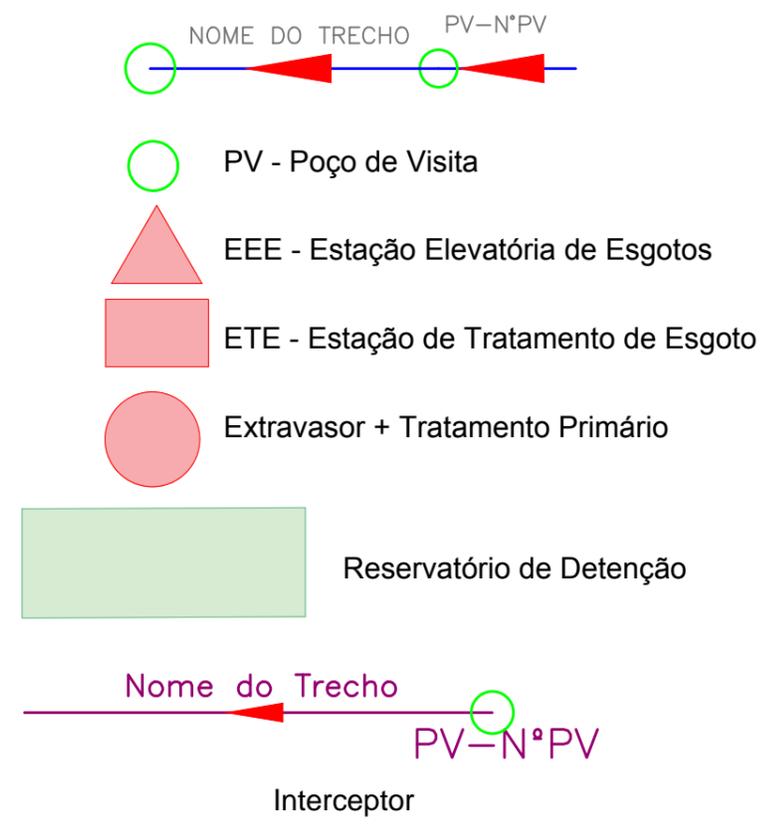
AVALIAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA ADOÇÃO DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO TIPO SEPARADOR ABSOLUTO OU UNITÁRIO EM ÁREAS URBANAS DE CLIMA TROPICAL

TÍTULO :
Projeto da Rede de Micro Drenagem Urbana - Terreno Plano e Inclinado

DATA	<u>18</u> / <u>08</u> / <u>2015</u>	PROCESSO:	ESCALA: 1:4000
DES.:	<u>Pedro Mutti</u>	PROJETO:	<u>Pedro Mutti</u>
ASS.:	_____	ASS.:	_____
VISTO:	_____	COORDENAÇÃO	_____
OBS:			FOLHA 01 /
			Nº DO DOCUMENTO



LEGENDA



AVALIAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA ADOÇÃO DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO TIPO SEPARADOR ABSOLUTO OU UNITÁRIO EM ÁREAS URBANAS DE CLIMA TROPICAL

TÍTULO :
Projeto da Rede de Coleta do Sistema Unitário - Terreno Plano e Inclinado

DATA	<u>18</u> / <u>08</u> / <u>2015</u>	PROCESSO:	ESCALA: 1:4000
DES.:	Pedro Mutti	PROJETO:	Pedro Mutti
ASS.:	_____	ASS.:	_____
VISTO:	_____	COORDENAÇÃO	_____
OBS:			FOLHA 01 /
			Nº DO DOCUMENTO

APÊNDICE B - Resumo dos resultados do dimensionamento das redes

Cenários	Número de Trechos					Extensão Total (m)				
	SEP-ESG*	SEP-DRE Laterais	SEP-DRE Centrais	UnTro	UnTem	SEP-ESG	SEP-DRE Laterais	SEP-DRE Centrais	UnTro	UnTem
1 - Pop. 100 - Ter. Plano	85 / 53	11	11	150	150	6.817 / 4.118	1.000	1.000	11.553	11.553
2 - Pop. 100 - Ter. 10%	137	11	11	150	150	10.956	1.000	1.000	11.553	11.553
3 - Pop. 500 - Ter. Plano	85 / 53	11	11	150	150	6.817 / 4.118	1.000	1.000	11.553	11.553
4 - Pop. 500 - Ter. 10%	137	11	11	150	150	10.956	1.000	1.000	11.553	11.553
5 - Pop. 1000 - Ter. Plano	85 / 53	11	11	150	150	6.817 / 4.118	1.000	1.000	11.553	11.553
6 - Pop. 1000 - Ter. 10%	137	11	11	150	150	10.956	1.000	1.000	11.553	11.553
Cenários	Diâmetro Máximo (mm)					Profundidade Máxima (m)				
	SEP-ESG*	SEP-DRE Laterais	SEP-DRE Centrais	UnTro	UnTem	SEP-ESG	SEP-DRE Laterais	SEP-DRE Centrais	UnTro	UnTem
1 - Pop. 100 - Ter. Plano	150 / 250	1.200	1.400	2.000	1.400	3,885 / 3,945	3,815	3,403	6,942	6,988
2 - Pop. 100 - Ter. 10%	250	1.300	1.500	2.000	1.500	2,545	6,853	7,891	3,585	4,049
3 - Pop. 500 - Ter. Plano	350 / 400	1.200	1.400	2.000	1.400	3,901 / 4,145	3,815	3,403	6,942	6,988
4 - Pop. 500 - Ter. 10%	400	1.300	1.500	2.000	1.500	2,636	6,853	7,891	3,725	4,059
5 - Pop. 1000 - Ter. Plano	350 / 350	1.200	1.400	2.000	1.400	3,853 / 4,355	3,815	3,403	6,942	6,988
6 - Pop. 1000 - Ter. 10%	400	1.300	1.500	2.000	1.500	2,707	6,853	7,891	3,725	4,079

* xx / xx - Se refere aos cenários de topografia plana e pode ser entendido como: "montante da EEE intermediária / jusante da EEE intermediária"

APÊNDICE C - Tabelas de Quantitativos

SEP-ESG - Cenário 1: 100 hab/ha e Terreno Plano

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	CÓDIGO COMPOSIÇÃO	CÓDIGO INSUMO	PREÇO UNITÁRIO COMPOSIÇÃO	PREÇO UNITÁRIO INSUMO	PREÇO TOTAL COMPOSIÇÃO	PREÇO TOTAL INSUMO
Tubulacao de material Pvc DN 150	10575	m	73840/004	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 37.647,00	R\$ 233.284,50
Tubulacao de material Pvc DN 200	338	m	73840/005	9819	R\$ 4,15	R\$ 34,10	R\$ 1.402,70	R\$ 11.525,80
Tubulacao de material Pvc DN 250	22	m	73840/006	9820	R\$ 4,74	R\$ 58,13	R\$ 104,28	R\$ 1.278,86
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.3 e 1.6 m Profundidade	27	un	73963/008+73607	21090	R\$ 1.557,02	R\$ 716,95	R\$ 42.039,54	R\$ 19.357,65
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.6 e 1.9 m Profundidade	19	un	73963/010+73607	21090	R\$ 1.788,86	R\$ 716,95	R\$ 33.988,34	R\$ 13.622,05
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.9 e 2.2 m Profundidade	9	un	73963/011+73607	21090	R\$ 1.910,10	R\$ 716,95	R\$ 17.190,90	R\$ 6.452,55
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.2 e 2.5 m Profundidade	4	un	73963/012+73607	21090	R\$ 2.129,46	R\$ 716,95	R\$ 8.517,84	R\$ 2.867,80
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.5 e 2.8 m Profundidade	6	un	73963/013+73607	21090	R\$ 2.326,24	R\$ 716,95	R\$ 13.957,44	R\$ 4.301,70
Pocos de Visita Tipo III Entre 2.8 e 3.2 m Profundidade	4	un	73963/014+73607	21090	R\$ 2.493,32	R\$ 716,95	R\$ 9.973,28	R\$ 2.867,80
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.2 e 3.6 m Profundidade	2	un	73963/016+73607	21090	R\$ 2.887,11	R\$ 716,95	R\$ 5.774,22	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.6 e 4.0 m Profundidade	2	un	73963/017+73607	21090	R\$ 3.096,33	R\$ 716,95	R\$ 6.192,66	R\$ 1.433,90
Pocos de Limpeza DN 150 Ate 2.0 m Profundidade	53	un	73840/003 * 2m	9818 * 2m	R\$ 7,12	R\$ 44,12	R\$ 377,36	R\$ 2.338,36
Pocos de Limpeza DN 200 Ate 2.0 m Profundidade	1	un	73840/004 * 2m	9819 * 2m	R\$ 8,30	R\$ 68,20	R\$ 8,30	R\$ 68,20
Tubo de Queda DN 150	26	un	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 92,56	R\$ 573,56
Tubo de Queda DN 200	2	un	73840/004	9819	R\$ 4,15	R\$ 34,10	R\$ 8,30	R\$ 68,20
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 150	0,73	m	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 2,60	R\$ 16,10
Locacao e Nivelamento Para Assentamento de Tubos	10935	m	73610	-	R\$ 0,65	R\$ -	R\$ 7.107,75	R\$ -
Cadastro Tecnico da Obra de Rede de Esgotos	10935	m	73678	-	R\$ 2,09	R\$ -	R\$ 22.854,15	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. ate 1.5 m	12197,06	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 41.957,89	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	3664,9	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 37.052,14	R\$ -

Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	279,53	m3	75578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 3.278,89	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. ate 1.5 m	749,89	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 2.579,62	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	160,81	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 1.625,79	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	16,97	m3	73578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 199,06	R\$ -
Area de Escoramento da vala da rede - acima de 1.3 m	33786,69	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 1.485.600,76	R\$ -
Area de Escoramento nos PVs - acima de 1.3 m	3053,79	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 134.275,15	R\$ -
Volume de Botafora das Valas - com empolamento	6141,89	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 154.898,47	R\$ -
Volume de Botafora dos PVs - com empolamento	439,75	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 11.090,50	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo de Valas	856,09	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 27.334,95	R\$ -
Volume de Aterro com Areia	1957,7	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 26.428,95	R\$ -
Volume de Reaterro Adensamento Hidraulico	2568,26	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 199.219,93	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra	2149,57	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 281.335,72	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apiloado de Valas	12006,36	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 638.858,42	R\$ -
Area de Reposicao de Pavimentacao - Asfalto	10747,85	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 83.295,84	R\$ -

TOTAL	R\$ 3.637.762,21
--------------	------------------

SEP-ESG - Cenário 3: 500 hab/ha e Terreno Plano

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	CÓDIGO COMPOSIÇÃO	CÓDIGO INSUMO	PREÇO UNITÁRIO COMPOSIÇÃO	PREÇO UNITÁRIO INSUMO	PREÇO TOTAL COMPOSIÇÃO	PREÇO TOTAL INSUMO
Tubulacao de material Concreto DN 400	22	m	73879/002	7740	R\$ 32,42	R\$ 110,35	R\$ 713,24	R\$ 2.427,70
Tubulacao de material Pvc DN 150	9921	m	73840/004	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 35.318,76	R\$ 218.857,26
Tubulacao de material Pvc DN 200	450	m	73840/005	9819	R\$ 4,15	R\$ 34,10	R\$ 1.867,50	R\$ 15.345,00
Tubulacao de material Pvc DN 250	180	m	73840/006	9820	R\$ 4,74	R\$ 58,13	R\$ 853,20	R\$ 10.463,40
Tubulacao de material Pvc DN 350	362	m	73840/008	9822	R\$ 6,52	R\$ 117,07	R\$ 2.360,24	R\$ 42.379,34

Pocos de Visita Tipo II Entre 1.3 e 1.6 m Profundidade	27	un	73963/008+73607	21090	R\$ 1.557,02	R\$ 716,95	R\$ 42.039,54	R\$ 19.357,65
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.6 e 1.9 m Profundidade	15	un	73963/010+73607	21090	R\$ 1.788,86	R\$ 716,95	R\$ 26.832,90	R\$ 10.754,25
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.9 e 2.2 m Profundidade	12	un	73963/011+73607	21090	R\$ 1.910,10	R\$ 716,95	R\$ 22.921,20	R\$ 8.603,40
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.2 e 2.5 m Profundidade	5	un	73963/012+73607	21090	R\$ 2.129,46	R\$ 716,95	R\$ 10.647,30	R\$ 3.584,75
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.5 e 2.8 m Profundidade	4	un	73963/013+73607	21090	R\$ 2.326,24	R\$ 716,95	R\$ 9.304,96	R\$ 2.867,80
Pocos de Visita Tipo III Entre 2.8 e 3.2 m Profundidade	4	un	73963/014+73607	21090	R\$ 2.493,32	R\$ 716,95	R\$ 9.973,28	R\$ 2.867,80
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.2 e 3.6 m Profundidade	4	un	73963/016+73607	21090	R\$ 2.887,11	R\$ 716,95	R\$ 11.548,44	R\$ 2.867,80
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.6 e 4.0 m Profundidade	1	un	73963/017+73607	21090	R\$ 3.096,33	R\$ 716,95	R\$ 3.096,33	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.0 e 4.4 m Profundidade	1	un	73963/018+73607	21090	R\$ 3.216,01	R\$ 716,95	R\$ 3.216,01	R\$ 716,95
Pocos de Limpeza DN 150 Ate 2.0 m Profundidade	53	un	73840/003 * 2m	9818 * 2m	R\$ 7,12	R\$ 44,12	R\$ 377,36	R\$ 2.338,36
Tubo de Queda DN 150	18	un	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 64,08	R\$ 397,08
Tubo de Queda DN 350	1	un	73840/007	9822	R\$ 6,52	R\$ 117,07	R\$ 6,52	R\$ 117,07
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 150	1,18	m	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 4,20	R\$ 26,03
Locacao e Nivelamento Para Assentamento de Tubos	10935	m	73610	-	R\$ 0,65	R\$ -	R\$ 7.107,75	R\$ -
Cadastro Tecnico da Obra de Rede de Esgotos	10935	m	73678	-	R\$ 2,09	R\$ -	R\$ 22.854,15	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. ate 1.5 m	12397,51	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 42.647,43	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	3873,09	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 39.156,94	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	383,97	m3	75578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 4.503,97	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. ate 1.5 m	744,02	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 2.559,43	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	161,76	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 1.635,39	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	22,17	m3	73578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 260,05	R\$ -
Area de Escoramento da vala da rede - acima de 1.3 m	34382,55	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 1.511.800,72	R\$ -
Area de Escoramento nos PVs - acima de 1.3 m	3080,89	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 135.466,73	R\$ -
Volume de Botafora das Valas - com empolamento	6367,7	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 160.593,39	R\$ -
Volume de Botafora dos PVs - com empolamento	451,75	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 11.393,14	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo de Valas	868,94	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 27.745,25	R\$ -
Volume de Aterro com Areia	2055,54	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 27.749,79	R\$ -

Volume de Reaterro Adensamento Hidraulico	2606,81	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 202.210,25	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra	2175,27	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 284.699,34	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apiloado de Valas	12336,81	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 656.441,66	R\$ -
Area de Reposicao de Pavimentacao - Asfalto	10876,35	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 84.291,71	R\$ -

TOTAL	R\$ 3.748.950,76
--------------	------------------

SEP-ESG - Cenário 5: 1000 hab/ha e Terreno Plano

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	CÓDIGO COMPOSIÇÃO	CÓDIGO INSUMO	PREÇO UNITÁRIO COMPOSIÇÃO	PREÇO UNITÁRIO INSUMO	PREÇO TOTAL COMPOSIÇÃO	PREÇO TOTAL INSUMO
Tubulacao de material Pvc DN 150	9016	m	73840/004	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 32.096,96	R\$ 198.892,96
Tubulacao de material Pvc DN 200	1085	m	73840/005	9819	R\$ 4,15	R\$ 34,10	R\$ 4.502,75	R\$ 36.998,50
Tubulacao de material Pvc DN 250	270	m	73840/006	9820	R\$ 4,74	R\$ 58,13	R\$ 1.279,80	R\$ 15.695,10
Tubulacao de material Pvc DN 300	248	m	73840/007	9821	R\$ 5,93	R\$ 91,16	R\$ 1.470,64	R\$ 22.607,68
Tubulacao de material Pvc DN 350	316	m	73840/008	9822	R\$ 6,52	R\$ 117,07	R\$ 2.060,32	R\$ 36.994,12
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.3 e 1.6 m Profundidade	26	un	73963/008+73607	21090	R\$ 1.557,02	R\$ 716,95	R\$ 40.482,52	R\$ 18.640,70
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.6 e 1.9 m Profundidade	15	un	73963/010+73607	21090	R\$ 1.788,86	R\$ 716,95	R\$ 26.832,90	R\$ 10.754,25
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.9 e 2.2 m Profundidade	5	un	73963/011+73607	21090	R\$ 1.910,10	R\$ 716,95	R\$ 9.550,50	R\$ 3.584,75
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.2 e 2.5 m Profundidade	11	un	73963/012+73607	21090	R\$ 2.129,46	R\$ 716,95	R\$ 23.424,06	R\$ 7.886,45
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.5 e 2.8 m Profundidade	2	un	73963/013+73607	21090	R\$ 2.326,24	R\$ 716,95	R\$ 4.652,48	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo III Entre 2.8 e 3.2 m Profundidade	6	un	73963/014+73607	21090	R\$ 2.493,32	R\$ 716,95	R\$ 14.959,92	R\$ 4.301,70
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.2 e 3.6 m Profundidade	5	un	73963/016+73607	21090	R\$ 2.887,11	R\$ 716,95	R\$ 14.435,55	R\$ 3.584,75
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.6 e 4.0 m Profundidade	2	un	73963/017+73607	21090	R\$ 3.096,33	R\$ 716,95	R\$ 6.192,66	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.0 e 4.4 m Profundidade	1	un	73963/018+73607	21090	R\$ 3.216,01	R\$ 716,95	R\$ 3.216,01	R\$ 716,95
Pocos de Limpeza DN 150 Ate 2.0 m Profundidade	53	un	73840/003 * 2m	9818 * 2m	R\$ 7,12	R\$ 44,12	R\$ 377,36	R\$ 2.338,36

Tubo de Queda DN 150	22	un	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 78,32	R\$ 485,32
Tubo de Queda DN 200	1	un	73840/004	9819	R\$ 4,15	R\$ 34,10	R\$ 4,15	R\$ 34,10
Acrescimento Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 150	1,45	m	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 5,16	R\$ 31,99
Acrescimento Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 200	0,1	m	73840/004	9819	R\$ 4,15	R\$ 34,10	R\$ 0,42	R\$ 3,41
Locacao e Nivelamento Para Assentamento de Tubos	10935	m	73610	-	R\$ 0,65	R\$ -	R\$ 7.107,75	R\$ -
Cadastro Tecnico da Obra de Rede de Esgotos	10935	m	73678	-	R\$ 2,09	R\$ -	R\$ 22.854,15	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. ate 1.5 m	12724,08	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 43.770,84	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	4479,99	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 45.292,70	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	604,91	m3	75578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 7.095,59	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. ate 1.5 m	734,83	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 2.527,82	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	165,37	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 1.671,89	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	24,94	m3	73578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 292,55	R\$ -
Area de Escoramento da vala da rede - acima de 1.3 m	35582,01	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 1.564.540,98	R\$ -
Area de Escoramento nos PVs - acima de 1.3 m	3129,7	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 137.612,91	R\$ -
Volume de Botafora das Valas - com empolamento	6613,25	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 166.786,17	R\$ -
Volume de Botafora dos PVs - com empolamento	465,03	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 11.728,06	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo de Valas	890,62	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 28.437,50	R\$ -
Volume de Aterro com Areia	2160,69	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 29.169,32	R\$ -
Volume de Reaterro Adensamento Hidraulico	2671,84	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 207.254,63	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra	2218,62	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 290.372,99	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apilado de Valas	13289,28	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 707.122,59	R\$ -
Area de Reposicao de Pavimentacao - Asfalto	11093,1	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 85.971,53	R\$ -

TOTAL	R\$ 3.911.651,29
--------------	------------------

SEP-ESG - Cenário 2: 100 hab/ha e Terreno Inclinado 10%

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	CÓDIGO COMPOSIÇÃO	CÓDIGO INSUMO	PREÇO UNITÁRIO COMPOSIÇÃO	PREÇO UNITÁRIO INSUMO	PREÇO TOTAL COMPOSIÇÃO	PREÇO TOTAL INSUMO
Tubulacao de material Pvc DN 150	10833	m	73840/004	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 38.565,48	R\$ 238.975,98
Tubulacao de material Pvc DN 200	90	m	73840/005	9819	R\$ 4,15	R\$ 34,10	R\$ 373,50	R\$ 3.069,00
Tubulacao de material Pvc DN 250	33	m	73840/006	9820	R\$ 4,74	R\$ 58,13	R\$ 156,42	R\$ 1.918,29
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.0 e 1.3 m Profundidade	11	un	73963/006+73607	21090	R\$ 1.409,97	R\$ 716,95	R\$ 15.509,67	R\$ 7.886,45
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.3 e 1.6 m Profundidade	62	un	73963/008+73607	21090	R\$ 1.557,02	R\$ 716,95	R\$ 96.535,24	R\$ 44.450,90
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.9 e 2.2 m Profundidade	2	un	73963/011+73607	21090	R\$ 1.910,10	R\$ 716,95	R\$ 3.820,20	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.2 e 2.5 m Profundidade	1	un	73963/012+73607	21090	R\$ 2.129,46	R\$ 716,95	R\$ 2.129,46	R\$ 716,95
Pocos de Limpeza DN 150 Ate 2.0 m Profundidade	61	un	73840/003 * 2m	9818 * 2m	R\$ 7,12	R\$ 44,12	R\$ 434,32	R\$ 2.691,32
Tubo de Queda DN 150	3	un	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 10,68	R\$ 66,18
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 150	0,41	m	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 1,46	R\$ 9,04
Locacao e Nivelamento Para Assentamento de Tubos	10956	m	73610	-	R\$ 0,65	R\$ -	R\$ 7.121,40	R\$ -
Cadastro Tecnico da Obra de Rede de Esgotos	10956	m	73678	-	R\$ 2,09	R\$ -	R\$ 22.898,04	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. ate 1.5 m	10730,28	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 36.912,16	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	207	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 2.092,77	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. ate 1.5 m	841,57	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 2.895,00	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	15	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 151,65	R\$ -
Area de Escoramento da vala da rede - acima de 1.3 m	2640,93	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 116.121,69	R\$ -
Area de Escoramento nos PVs - acima de 1.3 m	2669,52	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 117.378,79	R\$ -
Volume de Botafora das Valas - com empolamento	5905,3	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 148.931,67	R\$ -
Volume de Botafora dos PVs - com empolamento	381,05	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 9.610,08	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo de Valas	824,61	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 26.329,80	R\$ -
Volume de Aterro com Areia	1872,83	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 25.283,21	R\$ -
Volume de Reaterro Adensamento Hidraulico	2473,83	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 191.894,99	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra	2087,46	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 273.206,76	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apilado de Valas	6958,19	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 370.245,29	R\$ -

Area de Reposicao de Pavimentacao - Asfalto	10437,3	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 80.889,08	R\$ -
---	---------	----	-------------	---	----------	-------	---------------	-------

TOTAL	R\$ 1.890.716,83
--------------	------------------

SEP-ESG - Cenário 4: 500 hab/ha e Terreno Inclinado 10%

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	CÓDIGO COMPOSIÇÃO	CÓDIGO INSUMO	PREÇO UNITÁRIO COMPOSIÇÃO	PREÇO UNITÁRIO INSUMO	PREÇO TOTAL COMPOSIÇÃO	PREÇO TOTAL INSUMO
Tubulacao de material Concreto DN 400	33	m	73879/002	7740	R\$ 32,42	R\$ 110,35	R\$ 1.069,86	R\$ 3.641,55
Tubulacao de material Pvc DN 150	10470	m	73840/004	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 37.273,20	R\$ 230.968,20
Tubulacao de material Pvc DN 200	93	m	73840/005	9819	R\$ 4,15	R\$ 34,10	R\$ 385,95	R\$ 3.171,30
Tubulacao de material Pvc DN 250	180	m	73840/006	9820	R\$ 4,74	R\$ 58,13	R\$ 853,20	R\$ 10.463,40
Tubulacao de material Pvc DN 300	180	m	73840/007	9821	R\$ 5,93	R\$ 91,16	R\$ 1.067,40	R\$ 16.408,80
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.0 e 1.3 m Profundidade	11	un	73963/006+73607	21090	R\$ 1.409,97	R\$ 716,95	R\$ 15.509,67	R\$ 7.886,45
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.3 e 1.6 m Profundidade	61	un	73963/008+73607	21090	R\$ 1.557,02	R\$ 716,95	R\$ 94.978,22	R\$ 43.733,95
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.6 e 1.9 m Profundidade	1	un	73963/010+73607	21090	R\$ 1.788,86	R\$ 716,95	R\$ 1.788,86	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.9 e 2.2 m Profundidade	2	un	73963/011+73607	21090	R\$ 1.910,10	R\$ 716,95	R\$ 3.820,20	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.5 e 2.8 m Profundidade	1	un	73963/013+73607	21090	R\$ 2.326,24	R\$ 716,95	R\$ 2.326,24	R\$ 716,95
Pocos de Limpeza DN 150 Ate 2.0 m Profundidade	61	un	73840/003 * 2m	9818 * 2m	R\$ 7,12	R\$ 44,12	R\$ 434,32	R\$ 2.691,32
Tubo de Queda DN 150	3	un	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 10,68	R\$ 66,18
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 150	0,54	m	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 1,92	R\$ 11,91
Locacao e Nivelamento Para Assentamento de Tubos	10956	m	73610	-	R\$ 0,65	R\$ -	R\$ 7.121,40	R\$ -
Cadastro Tecnico da Obra de Rede de Esgotos	10956	m	73678	-	R\$ 2,09	R\$ -	R\$ 22.898,04	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. ate 1.5 m	10805,96	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 37.172,50	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	250,63	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 2.533,87	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. ate 1.5 m	839,39	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 2.887,50	R\$ -

Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	14,66	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 148,21	R\$ -
Area de Escoramento da vala da rede - acima de 1.3 m	2672,5	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 117.509,83	R\$ -
Area de Escoramento nos PVs - acima de 1.3 m	2671,66	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 117.472,89	R\$ -
Volume de Botafora das Valas - com empolamento	6003,41	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 151.406,00	R\$ -
Volume de Botafora dos PVs - com empolamento	381,28	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 9.615,88	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo de Valas	829,62	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 26.489,77	R\$ -
Volume de Aterro com Areia	1915,5	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 25.859,25	R\$ -
Volume de Reaterro Adensamento Hidraulico	2488,86	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 193.060,87	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra	2097,48	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 274.518,18	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apiloado de Valas	6999,34	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 372.434,88	R\$ -
Area de Reposicao de Pavimentacao - Asfalto	10487,4	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 81.277,35	R\$ -

TOTAL	R\$ 1.923.837,01
--------------	------------------

SEP-ESG - Cenário 6: 1000 hab/ha e Terreno Inclinado 10%

DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	CÓDIGO COMPOSIÇÃO	CÓDIGO INSUMO	PREÇO UNITÁRIO COMPOSIÇÃO	PREÇO UNITÁRIO INSUMO	PREÇO TOTAL COMPOSIÇÃO	PREÇO TOTAL INSUMO
Tubulacao de material Concreto DN 400	m	33	73879/002	7740	R\$ 32,42	R\$ 110,35	R\$ 1.069,86	R\$ 3.641,55
Tubulacao de material Pvc DN 150	m	10380	73840/004	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 36.952,80	R\$ 228.982,80
Tubulacao de material Pvc DN 200	m	90	73840/005	9819	R\$ 4,15	R\$ 34,10	R\$ 373,50	R\$ 3.069,00
Tubulacao de material Pvc DN 250	m	93	73840/006	9820	R\$ 4,74	R\$ 58,13	R\$ 440,82	R\$ 5.406,09
Tubulacao de material Pvc DN 300	m	180	73840/007	9821	R\$ 5,93	R\$ 91,16	R\$ 1.067,40	R\$ 16.408,80
Tubulacao de material Pvc DN 350	m	180	73840/008	9822	R\$ 6,52	R\$ 117,07	R\$ 1.173,60	R\$ 21.072,60
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.0 e 1.3 m Profundidade	un	11	73963/006+73607	21090	R\$ 1.409,97	R\$ 716,95	R\$ 15.509,67	R\$ 7.886,45
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.3 e 1.6 m Profundidade	un	60	73963/008+73607	21090	R\$ 1.557,02	R\$ 716,95	R\$ 93.421,20	R\$ 43.017,00

Pocos de Visita Tipo II Entre 1.6 e 1.9 m Profundidade	un	2	73963/010+73607	21090	R\$ 1.788,86	R\$ 716,95	R\$ 3.577,72	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.9 e 2.2 m Profundidade	un	2	73963/011+73607	21090	R\$ 1.910,10	R\$ 716,95	R\$ 3.820,20	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.5 e 2.8 m Profundidade	un	1	73963/013+73607	21090	R\$ 2.326,24	R\$ 716,95	R\$ 2.326,24	R\$ 716,95
Pocos de Limpeza DN 150 Ate 2.0 m Profundidade	un	61	73840/003 * 2m	9818 * 2m	R\$ 7,12	R\$ 44,12	R\$ 434,32	R\$ 2.691,32
Tubo de Queda DN 150	un	3	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 10,68	R\$ 66,18
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 150	m	0,5	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 1,78	R\$ 11,03
Locacao e Nivelamento Para Assentamento de Tubos	m	10956	73610	-	R\$ 0,65	R\$ -	R\$ 7.121,40	R\$ -
Cadastro Tecnico da Obra de Rede de Esgotos	m	10956	73678	-	R\$ 2,09	R\$ -	R\$ 22.898,04	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. ate 1.5 m	m3	10957,65	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 37.694,32	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	m3	290,03	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 2.932,20	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. ate 1.5 m	m3	844,18	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 2.903,98	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	m3	15,21	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 153,77	R\$ -
Area de Escoramento da vala da rede - acima de 1.3 m	m2	2755,64	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 121.165,49	R\$ -
Area de Escoramento nos PVs - acima de 1.3 m	m2	2689,5	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 118.257,32	R\$ -
Volume de Botafora das Valas - com empolamento	m3	6058,68	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 152.799,91	R\$ -
Volume de Botafora dos PVs - com empolamento	m3	384,45	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 9.695,83	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo de Valas	m3	832,34	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 26.576,62	R\$ -
Volume de Aterro com Areia	m3	1938,51	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 26.169,89	R\$ -
Volume de Reaterro Adensamento Hidraulico	m3	2497,01	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 193.693,07	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra	m3	2102,91	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 275.228,86	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apilado de Valas	m3	7150,82	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 380.495,13	R\$ -
Area de Reposicao de Pavimentacao - Asfalto	m2	10514,55	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 81.487,76	R\$ -

TOTAL	R\$ 1.955.290,94
--------------	------------------

SEP-DRE - Cenário 1, 3 e 5: Terreno Plano

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	CÓDIGO COMPOSIÇÃO	CÓDIGO INSUMO	PREÇO UNITÁRIO COMPOSIÇÃO	PREÇO UNITÁRIO INSUMO	PREÇO TOTAL COMPOSIÇÃO	PREÇO TOTAL INSUMO
Tubulacao de material Concreto DN 400	95	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 3.079,90	R\$.931,80
Tubulacao de material Concreto DN 500	95	m	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 4.676,85	R\$.951,15
Tubulacao de material Concreto DN 600	270	m	73879/004	7762	R\$ 63,64	R\$ 99,32	R\$ 17.182,80	R\$ 6.816,40
Tubulacao de material Concreto DN 700	90	m	73879/005	7722	R\$ 92,09	R\$ 147,98	R\$ 8.288,10	R\$ 3.318,20
Tubulacao de material Concreto DN 900	180	m	73879/007	7764	R\$ 146,11	R\$ 247,71	R\$ 26.299,80	R\$ 4.587,80
Tubulacao de material Concreto DN 1000	270	m	73879/008	7765	R\$ 160,92	R\$ 246,83	R\$ 43.448,40	R\$ 6.644,10
Tubulacao de material Concreto DN 1100	270	m	extrapolação	12569	R\$ 188,54	R\$ 276,10	R\$ 50.905,80	R\$ 4.547,00
Tubulacao de material Concreto DN 1200	365	m	73879/009	7766	R\$ 216,16	R\$ 365,85	R\$ 78.898,40	R\$ 33.535,25
Tubulacao de material Concreto DN 1300	180	m	extrapolação	extrapolação	R\$ 240,80	R\$ 452,20	R\$ 43.343,10	R\$ 81.395,10
Tubulacao de material Concreto DN 1400	185	m	extrapolação	extrapolação	R\$ 253,11	R\$ 495,37	R\$ 46.825,81	R\$ 91.642,99
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.0 e 1.3 m Profundidade	1	um	73963/006+73607	21090	R\$ 1.409,97	R\$ 716,95	R\$ 1.409,97	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.3 e 1.6 m Profundidade	2	un	73963/008+73607	21090	R\$ 1.557,02	R\$ 716,95	R\$ 3.114,04	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.6 e 1.9 m Profundidade	1	un	73963/010+73607	21090	R\$ 1.788,86	R\$ 716,95	R\$ 1.788,86	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.9 e 2.2 m Profundidade	3	un	73963/011+73607	21090	R\$ 1.910,10	R\$ 716,95	R\$ 5.730,30	R\$ 2.150,85
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.2 e 2.5 m Profundidade	2	un	73963/012+73607	21090	R\$ 2.129,46	R\$ 716,95	R\$ 4.258,92	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.5 e 2.8 m Profundidade	3	un	73963/013+73607	21090	R\$ 2.326,24	R\$ 716,95	R\$ 6.978,72	R\$ 2.150,85
Pocos de Visita Tipo III Entre 2.8 e 3.2 m Profundidade	5	un	73963/014+73607	21090	R\$ 2.493,32	R\$ 716,95	R\$ 12.466,60	R\$ 3.584,75
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.2 e 3.6 m Profundidade	4	un	73963/016+73607	21090	R\$ 2.887,11	R\$ 716,95	R\$ 11.548,44	R\$ 2.867,80
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.6 e 4.0 m Profundidade	2	un	73963/017+73607	21090	R\$ 3.096,33	R\$ 716,95	R\$ 6.192,66	R\$ 1.433,90
Locacao e Nivelamento Para Assentamento de Tubos	2000	m	73610	-	R\$ 0,65	R\$ -	R\$ 1.300,00	R\$ -
Cadastro Tecnico da Obra de Rede de Esgotos	2000	m	73678	-	R\$ 2,09	R\$ -	R\$ 4.180,00	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. ate 1.5 m	5096,43	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 17.531,72	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	4280,69	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 43.277,78	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	976,89	m3	75578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 11.458,92	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. ate 1.5 m	88,33	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 303,86	R\$ -

Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	78,3	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 791,61	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	20	m3	73578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 234,60	R\$ -
Area de Escoramento da vala da rede - acima de 1.3 m	12277,59	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 539.845,63	R\$ -
Area de Escoramento nos PVs - acima de 1.3 m	840,12	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 36.940,08	R\$ -
Volume de Botafora das Valas - com empolamento	7119,63	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 179.557,07	R\$ -
Volume de Botafora dos PVs - com empolamento	255,19	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 6.435,89	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo de Valas	890,94	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 28.447,71	R\$ -
Volume de Aterro com Areia	2793,45	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 37.711,58	R\$ -
Volume de Reaterro Adensamento Hidraulico	1021,95	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 79.272,66	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra	761,3	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 99.638,94	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apilado de Valas	4867,68	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 259.009,25	R\$ -
Area de Reposicao de Pavimentacao - Asfalto	3806,5	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 29.500,38	R\$ -
Metragem de Construcao de Sarjetas	4988	m	73763/001	-	R\$ 118,80	R\$ -	R\$ 592.574,40	R\$ -
Tubo de Ligacao - material Concreto DN 0.400	1334,61	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 43.268,06	R\$ 3.333,05
Escavacao Tubos de Ligacao - Prof. ate 1.5 m	1874,41	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 6.447,97	R\$ -
Area de Escoramento Tubos de Ligacao - acima de 1.3 m	14187,88	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 623.841,08	R\$ -
Volume de Botafora Tubos de Ligacao - com empolamento	1456,83	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 36.741,25	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo Tubos de Ligacao	142,01	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 4.534,38	R\$ -
Volume de Aterro com Areia - Tubos de Ligacao	525,52	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 7.094,52	R\$ -
Reaterro Adensamento Hidraulico - Tubos de Ligacao	410,63	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 31.852,57	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra - Tubos de Ligacao	327,99	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 42.927,33	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apilado - Tubos de Ligacao	753,77	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 40.108,10	R\$ -
Reposicao Pavimentacao - Tubos de Ligacao - Asfalto	1639,96	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 12.709,69	R\$ -
Boca de Lobo: FºP, Com Grelha e Sem Abertura Lateral	106	un	83716	11244	R\$ 593,46	R\$ 543,87	R\$ 62.906,76	R\$ 7.650,22

TOTAL	R\$ 3.959.724,17
--------------	------------------

SEP-DRE - Cenário 2, 4 e 6: Terreno Inclinado 10%

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	CÓDIGO COMPOSIÇÃO	CÓDIGO INSUMO	PREÇO UNITÁRIO COMPOSIÇÃO	PREÇO UNITÁRIO INSUMO	PREÇO TOTAL COMPOSIÇÃO	PREÇO TOTAL INSUMO
Tubulacao de material Concreto DN 400	550	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 17.831,00	R\$ 34.342,00
Tubulacao de material Concreto DN 500	360	m	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 17.722,80	R\$ 26.341,20
Tubulacao de material Concreto DN 600	270	m	73879/004	7762	R\$ 63,64	R\$ 99,32	R\$ 17.182,80	R\$ 26.816,40
Tubulacao de material Concreto DN 700	365	m	73879/005	7722	R\$ 92,09	R\$ 147,98	R\$ 33.612,85	R\$ 54.012,70
Tubulacao de material Concreto DN 800	275	m	73879/006	7763	R\$ 102,98	R\$ 175,12	R\$ 28.319,50	R\$ 48.158,00
Tubulacao de material Concreto DN 1300	90	m	extrapolação	extrapolação	R\$ 240,80	R\$ 452,20	R\$ 21.671,55	R\$ 40.697,55
Tubulacao de material Concreto DN 1500	90	m	73879/010	7767	R\$ 265,43	R\$ 538,54	R\$ 23.888,70	R\$ 48.468,60
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.0 e 1.3 m Profundidade	1	un	73963/006+73607	21090	R\$ 1.409,97	R\$ 716,95	R\$ 1.409,97	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.3 e 1.6 m Profundidade	2	un	73963/008+73607	21090	R\$ 1.557,02	R\$ 716,95	R\$ 3.114,04	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.6 e 1.9 m Profundidade	2	un	73963/010+73607	21090	R\$ 1.788,86	R\$ 716,95	R\$ 3.577,72	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.2 e 2.5 m Profundidade	1	un	73963/012+73607	21090	R\$ 2.129,46	R\$ 716,95	R\$ 2.129,46	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.5 e 2.8 m Profundidade	1	un	73963/013+73607	21090	R\$ 2.326,24	R\$ 716,95	R\$ 2.326,24	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.2 e 3.6 m Profundidade	1	un	73963/016+73607	21090	R\$ 2.887,11	R\$ 716,95	R\$ 2.887,11	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.6 e 4.0 m Profundidade	1	un	73963/017+73607	21090	R\$ 3.096,33	R\$ 716,95	R\$ 3.096,33	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.0 e 4.4 m Profundidade	1	un	73963/018+73607	21090	R\$ 3.216,01	R\$ 716,95	R\$ 3.216,01	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.8 e 5.2 m Profundidade	1	un	73963/021+73607	21090	R\$ 3.816,60	R\$ 716,95	R\$ 3.816,60	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.2 e 5.6 m Profundidade	2	un	73963/022+73607	21090	R\$ 4.013,07	R\$ 716,95	R\$ 8.026,14	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.6 e 6.0 m Profundidade	2	un	73963/023+73607	21090	R\$ 4.209,53	R\$ 716,95	R\$ 8.419,06	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo III Acima de 6.0 m Profundidade	8	un	73963/024+73607	21090	R\$ 4.407,09	R\$ 716,95	R\$ 35.256,72	R\$ 5.735,60
Locacao e Nivelamento Para Assentamento de Tubos	2000	m	73610	-	R\$ 0,65	R\$ -	R\$ 1.300,00	R\$ -
Cadastro Tecnico da Obra de Rede de Esgotos	2000	m	73678	-	R\$ 2,09	R\$ -	R\$ 4.180,00	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. ate 1.5 m	4162,69	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 14.319,65	R\$ -

Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	3336,78	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 33.734,85	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	1798,42	m3	75578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 21.095,47	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 4.5 m e 6.0 m	136,28	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 1.991,05	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. ate 1.5 m	86,4	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 297,22	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	74,18	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 749,96	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	72,97	m3	73578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 855,94	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 4.5 m e 6.0 m	80,54	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 1.176,69	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. Acima de 6.0 m	134,75	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 1.968,70	R\$ -
Area de Escoramento da vala da rede - acima de 1.3 m	13442,98	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 591.087,83	R\$ -
Area de Escoramento nos PVs - acima de 1.3 m	1232,86	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 54.208,85	R\$ -
Volume de Botafora das Valas - com empolamento	4303,4	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 108.531,75	R\$ -
Volume de Botafora dos PVs - com empolamento	328,22	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 8.277,71	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo de Valas	494,15	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 15.778,21	R\$ -
Volume de Aterro com Areia	1697,41	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 22.915,04	R\$ -
Volume de Reaterro Adensamento Hidraulico	839,55	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 65.123,89	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra	639,7	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 83.723,94	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apilado de Valas	6320,23	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 336.299,44	R\$ -
Area de Reposicao de Pavimentacao - Asfalto	3198,5	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 24.788,38	R\$ -
Metragem de Construcao de Sarjetas	4988	m	73763/001	-	R\$ 118,80	R\$ -	R\$ 592.574,40	R\$ -
Tubo de Ligacao - material Concreto DN 0.400	1334,61	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 43.268,06	R\$ 83.333,05
Escavacao Tubos de Ligacao - Prof. ate 1.5 m	1874,41	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 6.447,97	R\$ -
Area de Escoramento Tubos de Ligacao - acima de 1.3 m	15353,27	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 675.083,28	R\$ -
Volume de Botafora Tubos de Ligacao - com empolamento	1456,83	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 36.741,25	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo Tubos de Ligacao	142,01	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 4.534,38	R\$ -
Volume de Aterro com Areia - Tubos de Ligacao	525,52	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 7.094,52	R\$ -
Reaterro Adensamento Hidraulico - Tubos de Ligacao	410,63	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 31.852,57	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra - Tubos de Ligacao	327,99	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 42.927,33	R\$ -

Volume Total de Reaterro Apilado - Tubos de Ligação	753,77	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 40.108,10	R\$ -
Reposicao Pavimentacao - Tubos de Ligação - Asfalto	1639,96	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 12.709,69	R\$ -
Boca de Lobo: Fºº, Com Grelha e Sem Abertura Lateral	106	un	83716	11244	R\$ 593,46	R\$ 543,87	R\$ 62.906,76	R\$ 57.650,22

TOTAL	R\$ 3.622.467,03
--------------	------------------

UnTro - Cenário 1: 100 hab/ha e Terreno Plano

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	CÓDIGO COMPOSIÇÃO	CÓDIGO INSUMO	PREÇO UNITÁRIO COMPOSIÇÃO	PREÇO UNITÁRIO INSUMO	PREÇO TOTAL COMPOSIÇÃO	PREÇO TOTAL INSUMO
Tubulacao de material Concreto DN 400	630	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 20.424,60	R\$ 39.337,20
Tubulacao de material Concreto DN 500	180	m	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 8.861,40	R\$ 13.170,60
Tubulacao de material Concreto DN 600	630	m	73879/004	7762	R\$ 63,64	R\$ 99,32	R\$ 40.093,20	R\$ 62.571,60
Tubulacao de material Concreto DN 700	1000	m	73879/005	7722	R\$ 92,09	R\$ 147,98	R\$ 92.090,00	R\$ 147.980,00
Tubulacao de material Concreto DN 800	1260	m	73879/006	7763	R\$ 102,98	R\$ 175,12	R\$ 129.754,80	R\$ 220.651,20
Tubulacao de material Concreto DN 900	1056	m	73879/007	7764	R\$ 146,11	R\$ 247,71	R\$ 154.292,16	R\$ 261.581,76
Tubulacao de material Concreto DN 1000	1530	m	73879/008	7765	R\$ 160,92	R\$ 246,83	R\$ 246.207,60	R\$ 377.649,90
Tubulacao de material Concreto DN 1100	795	m	extrapolação	12569	R\$ 188,54	R\$ 276,10	R\$ 149.889,30	R\$ 219.499,50
Tubulacao de material Concreto DN 1400	14	m	extrapolação	extrapolação	R\$ 253,11	R\$ 495,37	R\$ 3.543,58	R\$ 6.935,15
Tubulacao de material Pvc DN 150	4458	m	73840/004	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 15.870,48	R\$ 98.343,48
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.3 e 1.6 m Profundidade	6	un	73963/008+73607	21090	R\$ 1.557,02	R\$ 716,95	R\$ 9.342,12	R\$ 4.301,70
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.6 e 1.9 m Profundidade	7	un	73963/010+73607	21090	R\$ 1.788,86	R\$ 716,95	R\$ 12.522,02	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.9 e 2.2 m Profundidade	7	un	73963/011+73607	21090	R\$ 1.910,10	R\$ 716,95	R\$ 13.370,70	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.5 e 2.8 m Profundidade	7	un	73963/013+73607	21090	R\$ 2.326,24	R\$ 716,95	R\$ 16.283,68	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 2.8 e 3.2 m Profundidade	7	un	73963/014+73607	21090	R\$ 2.493,32	R\$ 716,95	R\$ 17.453,24	R\$ 5.018,65

Pocos de Visita Tipo III Entre 3.2 e 3.6 m Profundidade	7	un	73963/016+73607	21090	R\$ 2.887,11	R\$ 716,95	R\$ 20.209,77	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.6 e 4.0 m Profundidade	7	un	73963/017+73607	21090	R\$ 3.096,33	R\$ 716,95	R\$ 21.674,31	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.0 e 4.4 m Profundidade	7	un	73963/018+73607	21090	R\$ 3.216,01	R\$ 716,95	R\$ 22.512,07	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.4 e 4.8 m Profundidade	7	un	73963/020+73607	21090	R\$ 3.609,72	R\$ 716,95	R\$ 25.268,04	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.8 e 5.2 m Profundidade	7	un	73963/021+73607	21090	R\$ 3.816,60	R\$ 716,95	R\$ 26.716,20	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.2 e 5.6 m Profundidade	7	un	73963/022+73607	21090	R\$ 4.013,07	R\$ 716,95	R\$ 28.091,49	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.6 e 6.0 m Profundidade	1	um	73963/023+73607	21090	R\$ 4.209,53	R\$ 716,95	R\$ 4.209,53	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo III Acima de 6.0 m Profundidade	4	um	73963/024+73607	21090	R\$ 4.407,09	R\$ 716,95	R\$ 17.628,36	R\$ 2.867,80
Pocos de Limpeza DN 150 Ate 2.0 m Profundidade	66	un	73840/003 * 2m	9818 * 2m	R\$ 7,12	R\$ 44,12	R\$ 469,92	R\$ 2.911,92
Tubo de Queda DN 150	54	un	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 192,24	R\$ 1.191,24
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 150	79,77	m	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 283,98	R\$ 1.759,73
Locacao e Nivelamento Para Assentamento de Tubos	11553	m	73610	-	R\$ 0,65	R\$ -	R\$ 7.509,45	R\$ -
Cadastro Tecnico da Obra de Rede de Esgotos	11553	m	73678	-	R\$ 2,09	R\$ -	R\$ 24.145,77	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. ate 1.5 m	21762,82	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 74.864,10	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	15477,56	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 156.478,13	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	10732,86	m3	75578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 125.896,45	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 4.5 m e 6.0 m	4240,07	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 61.947,42	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. Acima de 6.0 m	581,65	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 8.497,91	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. ate 1.5 m	699,9	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 2.407,66	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	291,42	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 2.946,26	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	180,42	m3	73578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 2.116,33	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 4.5 m e 6.0 m	76,63	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 1.119,56	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. Acima de 6.0 m	6,87	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 100,37	R\$ -
Area de Escoramento da vala da rede - acima de 1.3 m	59425,96	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 2.612.959,46	R\$ -
Area de Escoramento nos PVs - acima de 1.3 m	5360,79	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 235.713,94	R\$ -
Volume de Botafora das Valas - com empolamento	23121,07	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 583.113,39	R\$ -
Volume de Botafora dos PVs - com empolamento	1511,65	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 38.123,81	R\$ -

Volume de Regularizacao Fundo de Valas	2827,49	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 90.281,76	R\$ -
Volume de Aterro com Areia	9261,34	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 125.028,09	R\$ -
Volume de Reaterro Adensamento Hidraulico	4483,92	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 347.817,67	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra	3451,4	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 451.719,23	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apiloado de Valas	35101,94	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 1.867.774,23	R\$ -
Area de Reposicao de Pavimentacao - Asfalto	17257	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 133.741,75	R\$ -
Metragem de Construcao de Sarjetas	18268	m	73763/001	-	R\$ 118,80	R\$ -	R\$ 2.170.238,40	R\$ -
Tubo de Ligacao - material Concreto DN 0.400	4920,39	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 159.519,04	R\$ 307.229,15
Escavacao Tubos de Ligacao - Prof. ate 1.5 m	6734,78	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 23.167,64	R\$ -
Area de Escoramento Tubos de Ligacao - acima de 1.3 m	45280,79	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 1.990.996,34	R\$ -
Volume de Botafora Tubos de Ligacao - com empolamento	5337,48	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 134.611,25	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo Tubos de Ligacao	519,4	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 16.584,44	R\$ -
Volume de Aterro com Areia - Tubos de Ligacao	1924,85	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 25.985,48	R\$ -
Reaterro Adensamento Hidraulico - Tubos de Ligacao	1508,92	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 117.046,92	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra - Tubos de Ligacao	1205,49	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 157.774,53	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apiloado - Tubos de Ligacao	2629,03	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 139.890,69	R\$ -
Reposicao Pavimentacao - Tubos de Ligacao - Asfalto	6027,44	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 46.712,66	R\$ -
Boca de Lobo: Fºº, Com Grelha e Sem Abertura Lateral	404	un	83716	11244	R\$ 593,46	R\$ 543,87	R\$ 239.757,84	R\$ 219.723,48

TOTAL	R\$ 15.312.451,60
--------------	-------------------

UnTro - Cenário 3: 500 hab/ha e Terreno Plano

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	CÓDIGO COMPOSIÇÃO	CÓDIGO INSUMO	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL	PREÇO TOTAL
-----------	------------	---------	-------------------	---------------	----------------	----------------	-------------	-------------

					COMPOSIÇÃO		INSUMO		COMPOSIÇÃO		INSUMO	
Tubulacao de material Concreto DN 400	630	m	73879/002	7761	R\$	32,42	R\$	62,44	R\$	20.424,60	R\$	39.337,20
Tubulacao de material Concreto DN 500	180	m	73879/003	7752	R\$	49,23	R\$	73,17	R\$	8.861,40	R\$	13.170,60
Tubulacao de material Concreto DN 600	630	m	73879/004	7762	R\$	63,64	R\$	99,32	R\$	40.093,20	R\$	62.571,60
Tubulacao de material Concreto DN 700	1000	m	73879/005	7722	R\$	92,09	R\$	147,98	R\$	92.090,00	R\$	147.980,00
Tubulacao de material Concreto DN 800	1260	m	73879/006	7763	R\$	102,98	R\$	175,12	R\$	129.754,80	R\$	220.651,20
Tubulacao de material Concreto DN 900	1000	m	73879/007	7764	R\$	146,11	R\$	247,71	R\$	146.110,00	R\$	247.710,00
Tubulacao de material Concreto DN 1000	1586	m	73879/008	7765	R\$	160,92	R\$	246,83	R\$	255.219,12	R\$	391.472,38
Tubulacao de material Concreto DN 1100	615	m	extrapolação	12569	R\$	188,54	R\$	276,10	R\$	115.952,10	R\$	169.801,50
Tubulacao de material Concreto DN 1200	180	m	73879/009	7766	R\$	216,16	R\$	365,85	R\$	38.908,80	R\$	65.853,00
Tubulacao de material Concreto DN 1400	14	m	extrapolação	extrapolação	R\$	253,11	R\$	495,37	R\$	3.543,58	R\$	6.935,15
Tubulacao de material Pvc DN 150	4458	m	73840/004	9818	R\$	3,56	R\$	22,06	R\$	15.870,48	R\$	98.343,48
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.3 e 1.6 m Profundidade	6	un	73963/008+73607	21090	R\$	1.557,02	R\$	716,95	R\$	9.342,12	R\$	4.301,70
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.6 e 1.9 m Profundidade	7	un	73963/010+73607	21090	R\$	1.788,86	R\$	716,95	R\$	12.522,02	R\$	5.018,65
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.9 e 2.2 m Profundidade	7	un	73963/011+73607	21090	R\$	1.910,10	R\$	716,95	R\$	13.370,70	R\$	5.018,65
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.5 e 2.8 m Profundidade	7	un	73963/013+73607	21090	R\$	2.326,24	R\$	716,95	R\$	16.283,68	R\$	5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 2.8 e 3.2 m Profundidade	7	un	73963/014+73607	21090	R\$	2.493,32	R\$	716,95	R\$	17.453,24	R\$	5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.2 e 3.6 m Profundidade	7	un	73963/016+73607	21090	R\$	2.887,11	R\$	716,95	R\$	20.209,77	R\$	5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.6 e 4.0 m Profundidade	7	un	73963/017+73607	21090	R\$	3.096,33	R\$	716,95	R\$	21.674,31	R\$	5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.0 e 4.4 m Profundidade	7	un	73963/018+73607	21090	R\$	3.216,01	R\$	716,95	R\$	22.512,07	R\$	5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.4 e 4.8 m Profundidade	7	un	73963/020+73607	21090	R\$	3.609,72	R\$	716,95	R\$	25.268,04	R\$	5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.8 e 5.2 m Profundidade	7	un	73963/021+73607	21090	R\$	3.816,60	R\$	716,95	R\$	26.716,20	R\$	5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.2 e 5.6 m Profundidade	7	un	73963/022+73607	21090	R\$	4.013,07	R\$	716,95	R\$	28.091,49	R\$	5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.6 e 6.0 m Profundidade	1	um	73963/023+73607	21090	R\$	4.209,53	R\$	716,95	R\$	4.209,53	R\$	716,95
Pocos de Visita Tipo III Acima de 6.0 m Profundidade	4	um	73963/024+73607	21090	R\$	4.407,09	R\$	716,95	R\$	17.628,36	R\$	2.867,80
Pocos de Limpeza DN 150 Ate 2.0 m Profundidade	66	un	73840/003 * 2m	9818 * 2m	R\$	7,12	R\$	44,12	R\$	469,92	R\$	2.911,92

Tubo de Queda DN 150	54	un	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 192,24	R\$ 1.191,24
Acrescimento Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 150	79,77	m	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 283,98	R\$ 1.759,73
Locacao e Nivelamento Para Assentamento de Tubos	11553	m	73610	-	R\$ 0,65	R\$ -	R\$ 7.509,45	R\$ -
Cadastro Tecnico da Obra de Rede de Esgotos	11553	m	73678	-	R\$ 2,09	R\$ -	R\$ 24.145,77	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. ate 1.5 m	21798,22	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 74.985,88	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	15512,96	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 156.836,03	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	10768,26	m3	75578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 126.311,69	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 4.5 m e 6.0 m	4276,75	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 62.483,32	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. Acima de 6.0 m	608,3	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 8.887,26	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. ate 1.5 m	700,41	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 2.409,41	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	291,94	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 2.951,51	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	180,93	m3	73578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 2.122,31	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 4.5 m e 6.0 m	76,94	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 1.124,09	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. Acima de 6.0 m	6,56	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 95,84	R\$ -
Area de Escoramento da vala da rede - acima de 1.3 m	59425,96	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 2.612.959,46	R\$ -
Area de Escoramento nos PVs - acima de 1.3 m	5371,72	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 236.194,53	R\$ -
Volume de Botafora das Valas - com empolamento	23256,12	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 586.519,35	R\$ -
Volume de Botafora dos PVs - com empolamento	1524,55	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 38.449,15	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo de Valas	2846,85	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 90.899,92	R\$ -
Volume de Aterro com Areia	9317,28	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 125.783,28	R\$ -
Volume de Reaterro Adensamento Hidraulico	4491	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 348.366,87	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra	3456,12	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 452.336,99	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apiloado de Valas	35159,17	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 1.870.819,44	R\$ -
Area de Reposicao de Pavimentacao - Asfalto	17280,6	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 133.924,65	R\$ -
Metragem de Construcao de Sarjetas	18268	m	73763/001	-	R\$ 118,80	R\$ -	R\$ 2.170.238,40	R\$ -
Tubo de Ligacao - material Concreto DN 0.400	4920,39	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 159.519,04	R\$ 307.229,15
Escavacao Tubos de Ligacao - Prof. ate 1.5 m	6734,78	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 23.167,64	R\$ -

Area de Escoramento Tubos de Ligação - acima de 1.3 m	45280,79	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 1.990.996,34	R\$ -
Volume de Botafora Tubos de Ligação - com empolamento	5337,48	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 134.611,25	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo Tubos de Ligação	519,4	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 16.584,44	R\$ -
Volume de Aterro com Areia - Tubos de Ligação	1924,85	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 25.985,48	R\$ -
Reaterro Adensamento Hidraulico - Tubos de Ligação	1508,92	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 117.046,92	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra - Tubos de Ligação	1205,49	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 157.774,53	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apiloado - Tubos de Ligação	2629,03	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 139.890,69	R\$ -
Reposicao Pavimentacao - Tubos de Ligação - Asfalto	6027,44	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 46.712,66	R\$ -
Boca de Lobo: FºP, Com Grelha e Sem Abertura Lateral	404	un	83716	11244	R\$ 593,46	R\$ 543,87	R\$ 239.757,84	R\$ 219.723,48

TOTAL	R\$ 15.346.171,74
--------------	-------------------

UnTro - Cenário 5: 1000 hab/ha e Terreno Plano

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	CÓDIGO COMPOSIÇÃO	CÓDIGO INSUMO	PREÇO UNITÁRIO COMPOSIÇÃO	PREÇO UNITÁRIO INSUMO	PREÇO TOTAL COMPOSIÇÃO	PREÇO TOTAL INSUMO
Tubulacao de material Concreto DN 400	630	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 20.424,60	R\$ 39.337,20
Tubulacao de material Concreto DN 500	180	m	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 8.861,40	R\$ 13.170,60
Tubulacao de material Concreto DN 600	630	m	73879/004	7762	R\$ 63,64	R\$ 99,32	R\$ 40.093,20	R\$ 62.571,60
Tubulacao de material Concreto DN 700	1000	m	73879/005	7722	R\$ 92,09	R\$ 147,98	R\$ 92.090,00	R\$ 147.980,00
Tubulacao de material Concreto DN 800	810	m	73879/006	7763	R\$ 102,98	R\$ 175,12	R\$ 83.413,80	R\$ 141.847,20
Tubulacao de material Concreto DN 900	1450	m	73879/007	7764	R\$ 146,11	R\$ 247,71	R\$ 211.859,50	R\$ 359.179,50
Tubulacao de material Concreto DN 1000	1586	m	73879/008	7765	R\$ 160,92	R\$ 246,83	R\$ 255.219,12	R\$ 391.472,38
Tubulacao de material Concreto DN 1100	615	m	extrapolação	12569	R\$ 188,54	R\$ 276,10	R\$ 115.952,10	R\$ 169.801,50
Tubulacao de material Concreto DN 1200	180	m	73879/009	7766	R\$ 216,16	R\$ 365,85	R\$ 38.908,80	R\$ 65.853,00
Tubulacao de material Concreto DN 1400	14	m	extrapolação	extrapolação	R\$ 253,11	R\$ 495,37	R\$ 3.543,58	R\$ 6.935,15

Tubulacao de material Pvc DN 150	4458	m	73840/004	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 15.870,48	R\$ 98.343,48
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.3 e 1.6 m Profundidade	6	un	73963/008+73607	21090	R\$ 1.557,02	R\$ 716,95	R\$ 9.342,12	R\$ 4.301,70
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.6 e 1.9 m Profundidade	7	un	73963/010+73607	21090	R\$ 1.788,86	R\$ 716,95	R\$ 12.522,02	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.9 e 2.2 m Profundidade	7	un	73963/011+73607	21090	R\$ 1.910,10	R\$ 716,95	R\$ 13.370,70	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.5 e 2.8 m Profundidade	7	un	73963/013+73607	21090	R\$ 2.326,24	R\$ 716,95	R\$ 16.283,68	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 2.8 e 3.2 m Profundidade	7	un	73963/014+73607	21090	R\$ 2.493,32	R\$ 716,95	R\$ 17.453,24	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.2 e 3.6 m Profundidade	7	un	73963/016+73607	21090	R\$ 2.887,11	R\$ 716,95	R\$ 20.209,77	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.6 e 4.0 m Profundidade	7	un	73963/017+73607	21090	R\$ 3.096,33	R\$ 716,95	R\$ 21.674,31	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.0 e 4.4 m Profundidade	7	un	73963/018+73607	21090	R\$ 3.216,01	R\$ 716,95	R\$ 22.512,07	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.4 e 4.8 m Profundidade	7	un	73963/020+73607	21090	R\$ 3.609,72	R\$ 716,95	R\$ 25.268,04	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.8 e 5.2 m Profundidade	7	un	73963/021+73607	21090	R\$ 3.816,60	R\$ 716,95	R\$ 26.716,20	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.2 e 5.6 m Profundidade	7	un	73963/022+73607	21090	R\$ 4.013,07	R\$ 716,95	R\$ 28.091,49	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.6 e 6.0 m Profundidade	1	um	73963/023+73607	21090	R\$ 4.209,53	R\$ 716,95	R\$ 4.209,53	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo III Acima de 6.0 m Profundidade	4	um	73963/024+73607	21090	R\$ 4.407,09	R\$ 716,95	R\$ 17.628,36	R\$ 2.867,80
Pocos de Limpeza DN 150 Ate 2.0 m Profundidade	66	un	73840/003 * 2m	9818 * 2m	R\$ 7,12	R\$ 44,12	R\$ 469,92	R\$ 2.911,92
Tubo de Queda DN 150	54	un	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 192,24	R\$ 1.191,24
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 150	79,77	m	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 283,98	R\$ 1.759,73
Locacao e Nivelamento Para Assentamento de Tubos	11553	m	73610	-	R\$ 0,65	R\$ -	R\$ 7.509,45	R\$ -
Cadastro Tecnico da Obra de Rede de Esgotos	11553	m	73678	-	R\$ 2,09	R\$ -	R\$ 24.145,77	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. ate 1.5 m	21865,72	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 75.218,08	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	15580,46	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 157.518,45	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	10805,31	m3	75578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 126.746,29	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 4.5 m e 6.0 m	4276,75	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 62.483,32	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. Acima de 6.0 m	608,3	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 8.887,26	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. ate 1.5 m	701,21	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 2.412,16	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	292,39	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 2.956,06	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	180,93	m3	73578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 2.122,31	R\$ -

Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 4.5 m e 6.0 m	76,94	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 1.124,09	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. Acima de 6.0 m	6,56	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 95,84	R\$ -
Area de Escoramento da vala da rede - acima de 1.3 m	59425,96	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 2.612.959,46	R\$ -
Area de Escoramento nos PVs - acima de 1.3 m	5379,47	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 236.535,30	R\$ -
Volume de Botafora das Valas - com empolamento	23456,47	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 591.572,17	R\$ -
Volume de Botafora dos PVs - com empolamento	1532,3	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 38.644,61	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo de Valas	2874,95	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 91.797,15	R\$ -
Volume de Aterro com Areia	9397,83	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 126.870,71	R\$ -
Volume de Reaterro Adensamento Hidraulico	4504,5	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 349.414,07	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra	3465,12	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 453.514,91	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apilado de Valas	35172,42	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 1.871.524,47	R\$ -
Area de Reposicao de Pavimentacao - Asfalto	17325,6	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 134.273,40	R\$ -
Metragem de Construcao de Sarjetas	18268	m	73763/001	-	R\$ 118,80	R\$ -	R\$ 2.170.238,40	R\$ -
Tubo de Ligacao - material Concreto DN 0.400	4920,39	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 159.519,04	R\$ 307.229,15
Escavacao Tubos de Ligacao - Prof. ate 1.5 m	6734,78	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 23.167,64	R\$ -
Area de Escoramento Tubos de Ligacao - acima de 1.3 m	45280,79	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 1.990.996,34	R\$ -
Volume de Botafora Tubos de Ligacao - com empolamento	5337,48	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 134.611,25	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo Tubos de Ligacao	519,4	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 16.584,44	R\$ -
Volume de Aterro com Areia - Tubos de Ligacao	1924,85	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 25.985,48	R\$ -
Reaterro Adensamento Hidraulico - Tubos de Ligacao	1508,92	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 117.046,92	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra - Tubos de Ligacao	1205,49	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 157.774,53	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apilado - Tubos de Ligacao	2629,03	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 139.890,69	R\$ -
Reposicao Pavimentacao - Tubos de Ligacao - Asfalto	6027,44	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 46.712,66	R\$ -
Boca de Lobo: FºFº, Com Grelha e Sem Abertura Lateral	404	un	83716	11244	R\$ 593,46	R\$ 543,87	R\$ 239.757,84	R\$ 219.723,48

TOTAL	R\$ 15.410.454,86
--------------	-------------------

UnTro - Cenário 2: 100 hab/ha e Terreno Inclinado 10%

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	CÓDIGO COMPOSIÇÃO	CÓDIGO INSUMO	PREÇO UNITÁRIO COMPOSIÇÃO	PREÇO UNITÁRIO INSUMO	PREÇO TOTAL COMPOSIÇÃO	PREÇO TOTAL INSUMO
Tubulacao de material Concreto DN 400	1620	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 52.520,40	R\$ 101.152,80
Tubulacao de material Concreto DN 500	1260	m	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 62.029,80	R\$ 92.194,20
Tubulacao de material Concreto DN 600	810	m	73879/004	7762	R\$ 63,64	R\$ 99,32	R\$ 51.548,40	R\$ 80.449,20
Tubulacao de material Concreto DN 700	1270	m	73879/005	7722	R\$ 92,09	R\$ 147,98	R\$ 116.954,30	R\$ 187.934,60
Tubulacao de material Concreto DN 800	1375	m	73879/006	7763	R\$ 102,98	R\$ 175,12	R\$ 141.597,50	R\$ 240.790,00
Tubulacao de material Concreto DN 1000	386	m	73879/008	7765	R\$ 160,92	R\$ 246,83	R\$ 62.115,12	R\$ 95.276,38
Tubulacao de material Concreto DN 1400	180	m	extrapolação	extrapolação	R\$ 253,11	R\$ 495,37	R\$ 45.560,25	R\$ 89.166,15
Tubulacao de material Concreto DN 1700	180	m	extrapolação	extrapolação	R\$ 316,42	R\$ 803,43	R\$ 56.955,96	R\$ 144.617,40
Tubulacao de material Concreto DN 2000	14	m	extrapolação	7727	R\$ 383,38	R\$ 1.174,31	R\$ 5.367,35	R\$ 16.440,34
Tubulacao de material Pvc DN 150	4458	m	73840/004	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 15.870,48	R\$ 98.343,48
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.6 e 1.9 m Profundidade	8	un	73963/010+73607	21090	R\$ 1.788,86	R\$ 716,95	R\$ 14.310,88	R\$ 5.735,60
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.9 e 2.2 m Profundidade	5	un	73963/011+73607	21090	R\$ 1.910,10	R\$ 716,95	R\$ 9.550,50	R\$ 3.584,75
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.2 e 2.5 m Profundidade	3	un	73963/012+73607	21090	R\$ 2.129,46	R\$ 716,95	R\$ 6.388,38	R\$ 2.150,85
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.5 e 2.8 m Profundidade	1	un	73963/013+73607	21090	R\$ 2.326,24	R\$ 716,95	R\$ 2.326,24	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo III Entre 2.8 e 3.2 m Profundidade	7	un	73963/014+73607	21090	R\$ 2.493,32	R\$ 716,95	R\$ 17.453,24	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.2 e 3.6 m Profundidade	3	un	73963/016+73607	21090	R\$ 2.887,11	R\$ 716,95	R\$ 8.661,33	R\$ 2.150,85
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.8 e 5.2 m Profundidade	2	un	73963/021+73607	21090	R\$ 3.816,60	R\$ 716,95	R\$ 7.633,20	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.2 e 5.6 m Profundidade	5	un	73963/022+73607	21090	R\$ 4.013,07	R\$ 716,95	R\$ 20.065,35	R\$ 3.584,75
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.6 e 6.0 m Profundidade	2	un	73963/023+73607	21090	R\$ 4.209,53	R\$ 716,95	R\$ 8.419,06	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo III Acima de 6.0 m Profundidade	45	un	73963/024+73607	21090	R\$ 4.407,09	R\$ 716,95	R\$ 198.319,05	R\$ 32.262,75
Pocos de Limpeza DN 150 Ate 2.0 m Profundidade	66	un	73840/003 * 2m	9818 * 2m	R\$ 7,12	R\$ 44,12	R\$ 469,92	R\$ 2.911,92
Tubo de Queda DN 150	59	un	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 210,04	R\$ 1.301,54
Tubo de Queda DN 400	16	un	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 518,72	R\$ 999,04

Tubo de Queda DN 500	7	un	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 344,61	R\$ 512,19
Tubo de Queda DN 600	9	un	73879/004	7762	R\$ 63,64	R\$ 99,32	R\$ 572,76	R\$ 893,88
Tubo de Queda DN 700	13	un	73879/005	7722	R\$ 92,09	R\$ 147,98	R\$ 1.197,17	R\$ 1.923,74
Tubo de Queda DN 800	10	un	73879/006	7763	R\$ 102,98	R\$ 175,12	R\$ 1.029,80	R\$ 1.751,20
Acrescimento Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 150	238,33	m	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 848,45	R\$ 5.257,56
Acrescimento Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 400	31,46	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 1.019,93	R\$ 1.964,36
Acrescimento Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 500	32,6	m	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 1.604,90	R\$ 2.385,34
Acrescimento Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 600	45,52	m	73879/004	7762	R\$ 63,64	R\$ 99,32	R\$ 2.896,89	R\$ 4.521,05
Acrescimento Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 700	65,38	m	73879/005	7722	R\$ 92,09	R\$ 147,98	R\$ 6.020,84	R\$ 9.674,93
Acrescimento Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 800	58,05	m	73879/006	7763	R\$ 102,98	R\$ 175,12	R\$ 5.977,99	R\$ 10.165,72
Locacao e Nivelamento Para Assentamento de Tubos	11553	m	73610	-	R\$ 0,65	R\$ -	R\$ 7.509,45	R\$ -
Cadastro Tecnico da Obra de Rede de Esgotos	11553	m	73678	-	R\$ 2,09	R\$ -	R\$ 24.145,77	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. ate 1.5 m	20186,05	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 69.440,01	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	14024,98	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 141.792,55	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	10086,29	m3	75578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 118.312,18	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 4.5 m e 6.0 m	2586,1	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 37.782,92	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. ate 1.5 m	676,71	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 2.327,88	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	284,61	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 2.877,41	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	242,63	m3	73578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 2.846,05	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 4.5 m e 6.0 m	262,88	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 3.840,68	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. Acima de 6.0 m	844,99	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 12.345,30	R\$ -
Area de Escoramento da vala da rede - acima de 1.3 m	59155,45	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 2.601.065,14	R\$ -
Area de Escoramento nos PVs - acima de 1.3 m	6660,26	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 292.851,63	R\$ -
Volume de Botafora das Valas - com empolamento	18902,39	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 476.718,28	R\$ -
Volume de Botafora dos PVs - com empolamento	1721,32	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 43.411,69	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo de Valas	2241,35	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 71.566,31	R\$ -
Volume de Aterro com Areia	7399,4	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 99.891,90	R\$ -

Volume de Reaterro Adensamento Hidraulico	4169,43	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 323.422,69	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra	3241,74	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 424.278,93	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apiloado de Valas	33330,76	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 1.773.529,74	R\$ -
Area de Reposicao de Pavimentacao - Asfalto	16208,7	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 125.617,43	R\$ -
Metragem de Construção de Sarjetas	18268	m	73763/001	-	R\$ 118,80	R\$ -	R\$ 2.170.238,40	R\$ -
Tubo de Ligação - material Concreto DN 0.400	4920,39	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 159.519,04	R\$ 307.229,15
Escavacao Tubos de Ligação - Prof. ate 1.5 m	6734,78	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 23.167,64	R\$ -
Area de Escoramento Tubos de Ligação - acima de 1.3 m	52618,36	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 2.313.629,29	R\$ -
Volume de Botafora Tubos de Ligação - com empolamento	5337,48	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 134.611,25	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo Tubos de Ligação	519,4	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 16.584,44	R\$ -
Volume de Aterro com Areia - Tubos de Ligação	1924,85	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 25.985,48	R\$ -
Reaterro Adensamento Hidraulico - Tubos de Ligação	1508,92	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 117.046,92	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra - Tubos de Ligação	1205,49	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 157.774,53	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apiloado - Tubos de Ligação	2629,03	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 139.890,69	R\$ -
Reposicao Pavimentacao - Tubos de Ligação - Asfalto	6027,44	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 46.712,66	R\$ -
Boca de Lobo: FºFº, Com Grelha e Sem Abertura Lateral	404	un	83716	11244	R\$ 593,46	R\$ 543,87	R\$ 239.757,84	R\$ 219.723,48

TOTAL	R\$ 14.902.503,53
--------------	-------------------

UnTro - Cenário 4: 500 hab/ha e Terreno Inclinado 10%

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	CÓDIGO COMPOSIÇÃO	CÓDIGO INSUMO	PREÇO UNITÁRIO COMPOSIÇÃO	PREÇO UNITÁRIO INSUMO	PREÇO TOTAL COMPOSIÇÃO	PREÇO TOTAL INSUMO
Tubulacao de material Concreto DN 400	1620	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 52.520,40	R\$ 101.152,80
Tubulacao de material Concreto DN 500	1260	m	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 62.029,80	R\$ 92.194,20
Tubulacao de material Concreto DN 600	810	m	73879/004	7762	R\$ 63,64	R\$ 99,32	R\$ 51.548,40	R\$ 80.449,20

Tubulacao de material Concreto DN 700	1270	m	73879/005	7722	R\$ 92,09	R\$ 147,98	R\$ 116.954,30	R\$ 187.934,60
Tubulacao de material Concreto DN 800	1375	m	73879/006	7763	R\$ 102,98	R\$ 175,12	R\$ 141.597,50	R\$ 240.790,00
Tubulacao de material Concreto DN 1000	386	m	73879/008	7765	R\$ 160,92	R\$ 246,83	R\$ 62.115,12	R\$ 95.276,38
Tubulacao de material Concreto DN 1400	180	m	extrapolação	extrapolação	R\$ 253,11	R\$ 495,37	R\$ 45.560,25	R\$ 89.166,15
Tubulacao de material Concreto DN 1700	180	m	extrapolação	extrapolação	R\$ 316,42	R\$ 803,43	R\$ 56.955,96	R\$ 144.617,40
Tubulacao de material Concreto DN 2000	14	m	extrapolação	7727	R\$ 383,38	R\$ 1.174,31	R\$ 5.367,35	R\$ 16.440,34
Tubulacao de material Pvc DN 150	4458	m	73840/004	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 15.870,48	R\$ 98.343,48
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.3 e 1.6 m Profundidade	1	un	73963/008+73607	21090	R\$ 1.557,02	R\$ 716,95	R\$ 1.557,02	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.6 e 1.9 m Profundidade	8	un	73963/010+73607	21090	R\$ 1.788,86	R\$ 716,95	R\$ 14.310,88	R\$ 5.735,60
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.9 e 2.2 m Profundidade	5	un	73963/011+73607	21090	R\$ 1.910,10	R\$ 716,95	R\$ 9.550,50	R\$ 3.584,75
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.2 e 2.5 m Profundidade	2	un	73963/012+73607	21090	R\$ 2.129,46	R\$ 716,95	R\$ 4.258,92	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.5 e 2.8 m Profundidade	1	un	73963/013+73607	21090	R\$ 2.326,24	R\$ 716,95	R\$ 2.326,24	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo III Entre 2.8 e 3.2 m Profundidade	7	un	73963/014+73607	21090	R\$ 2.493,32	R\$ 716,95	R\$ 17.453,24	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.2 e 3.6 m Profundidade	3	un	73963/016+73607	21090	R\$ 2.887,11	R\$ 716,95	R\$ 8.661,33	R\$ 2.150,85
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.8 e 5.2 m Profundidade	2	un	73963/021+73607	21090	R\$ 3.816,60	R\$ 716,95	R\$ 7.633,20	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.2 e 5.6 m Profundidade	5	un	73963/022+73607	21090	R\$ 4.013,07	R\$ 716,95	R\$ 20.065,35	R\$ 3.584,75
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.6 e 6.0 m Profundidade	2	un	73963/023+73607	21090	R\$ 4.209,53	R\$ 716,95	R\$ 8.419,06	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo III Acima de 6.0 m Profundidade	45	un	73963/024+73607	21090	R\$ 4.407,09	R\$ 716,95	R\$ 198.319,05	R\$ 32.262,75
Pocos de Limpeza DN 150 Ate 2.0 m Profundidade	66	un	73840/003 * 2m	9818 * 2m	R\$ 7,12	R\$ 44,12	R\$ 469,92	R\$ 2.911,92
Tubo de Queda DN 150	59	un	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 210,04	R\$ 1.301,54
Tubo de Queda DN 400	16	un	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 518,72	R\$ 999,04
Tubo de Queda DN 500	12	un	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 590,76	R\$ 878,04
Tubo de Queda DN 600	9	un	73879/004	7762	R\$ 63,64	R\$ 99,32	R\$ 572,76	R\$ 893,88
Tubo de Queda DN 700	13	un	73879/005	7722	R\$ 92,09	R\$ 147,98	R\$ 1.197,17	R\$ 1.923,74
Tubo de Queda DN 800	10	un	73879/006	7763	R\$ 102,98	R\$ 175,12	R\$ 1.029,80	R\$ 1.751,20
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 150	239,37	m	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 852,16	R\$ 5.280,50
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 400	32,11	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 1.041,01	R\$ 2.004,95

Acrescimento Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 500	52,63	m	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 2.590,97	R\$ 3.850,94
Acrescimento Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 600	45,63	m	73879/004	7762	R\$ 63,64	R\$ 99,32	R\$ 2.903,89	R\$ 4.531,97
Acrescimento Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 700	65,51	m	73879/005	7722	R\$ 92,09	R\$ 147,98	R\$ 6.032,82	R\$ 9.694,17
Acrescimento Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 800	58,15	m	73879/006	7763	R\$ 102,98	R\$ 175,12	R\$ 5.988,29	R\$ 10.183,23
Locacao e Nivelamento Para Assentamento de Tubos	11553	m	73610	-	R\$ 0,65	R\$ -	R\$ 7.509,45	R\$ -
Cadastro Tecnico da Obra de Rede de Esgotos	11553	m	73678	-	R\$ 2,09	R\$ -	R\$ 24.145,77	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. ate 1.5 m	20253,55	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 69.672,21	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	14105,2	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 142.603,57	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	10208,65	m3	75578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 119.747,46	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 4.5 m e 6.0 m	2638,79	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 38.552,72	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. ate 1.5 m	674,71	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 2.321,00	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	282,46	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 2.855,67	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	241,51	m3	73578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 2.832,91	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 4.5 m e 6.0 m	262,29	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 3.832,06	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. Acima de 6.0 m	848,43	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 12.395,56	R\$ -
Area de Escoramento da vala da rede - acima de 1.3 m	59286,14	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 2.606.811,58	R\$ -
Area de Escoramento nos PVs - acima de 1.3 m	6671,84	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 293.360,80	R\$ -
Volume de Botafora das Valas - com empolamento	18978,44	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 478.636,26	R\$ -
Volume de Botafora dos PVs - com empolamento	1724,57	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 43.493,66	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo de Valas	2250,35	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 71.853,68	R\$ -
Volume de Aterro com Areia	7444,4	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 100.499,40	R\$ -
Volume de Reaterro Adensamento Hidraulico	4182,93	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 324.469,88	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra	3250,74	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 425.456,85	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apiloado de Valas	33590,16	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 1.787.332,41	R\$ -
Area de Reposicao de Pavimentacao - Asfalto	16253,7	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 125.966,18	R\$ -
Metragem de Construcao de Sarjetas	18268	m	73763/001	-	R\$ 118,80	R\$ -	R\$ 2.170.238,40	R\$ -
Tubo de Ligacao - material Concreto DN 0.400	4920,39	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 159.519,04	R\$ 307.229,15

Escavacao Tubos de Ligação - Prof. ate 1.5 m	6734,78	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 23.167,64	R\$ -
Area de Escoramento Tubos de Ligação - acima de 1.3 m	52618,36	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 2.313.629,29	R\$ -
Volume de Botafora Tubos de Ligação - com empolamento	5337,48	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 134.611,25	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo Tubos de Ligação	519,4	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 16.584,44	R\$ -
Volume de Aterro com Areia - Tubos de Ligação	1924,85	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 25.985,48	R\$ -
Reaterro Adensamento Hidraulico - Tubos de Ligação	1508,92	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 117.046,92	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra - Tubos de Ligação	1205,49	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 157.774,53	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apiloado - Tubos de Ligação	2629,03	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 139.890,69	R\$ -
Reposicao Pavimentacao - Tubos de Ligação - Asfalto	6027,44	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 46.712,66	R\$ -
Boca de Lobo: Fºº, Com Grelha e Sem Abertura Lateral	404	un	83716	11244	R\$ 593,46	R\$ 543,87	R\$ 239.757,84	R\$ 219.723,48

TOTAL	R\$ 14.933.935,16
--------------	-------------------

UnTro - Cenário 6: 1000 hab/ha e Terreno Inclinado 10%

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	CÓDIGO COMPOSIÇÃO	CÓDIGO INSUMO	PREÇO UNITÁRIO COMPOSIÇÃO	PREÇO UNITÁRIO INSUMO	PREÇO TOTAL COMPOSIÇÃO	PREÇO TOTAL INSUMO
Tubulacao de material Concreto DN 400	1620	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 52.520,40	R\$ 101.152,80
Tubulacao de material Concreto DN 500	1260	m	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 62.029,80	R\$ 92.194,20
Tubulacao de material Concreto DN 600	810	m	73879/004	7762	R\$ 63,64	R\$ 99,32	R\$ 51.548,40	R\$ 80.449,20
Tubulacao de material Concreto DN 700	1270	m	73879/005	7722	R\$ 92,09	R\$ 147,98	R\$ 116.954,30	R\$ 187.934,60
Tubulacao de material Concreto DN 800	1375	m	73879/006	7763	R\$ 102,98	R\$ 175,12	R\$ 141.597,50	R\$ 240.790,00
Tubulacao de material Concreto DN 1000	246	m	73879/008	7765	R\$ 160,92	R\$ 246,83	R\$ 39.586,32	R\$ 60.720,18
Tubulacao de material Concreto DN 1200	140	m	73879/009	7766	R\$ 216,16	R\$ 365,85	R\$ 30.262,40	R\$ 51.219,00
Tubulacao de material Concreto DN 1400	180	m	extrapolação	extrapolação	R\$ 253,11	R\$ 495,37	R\$ 45.560,25	R\$ 89.166,15
Tubulacao de material Concreto DN 1700	180	m	extrapolação	extrapolação	R\$ 316,42	R\$ 803,43	R\$ 56.955,96	R\$ 144.617,40

Tubulacao de material Concreto DN 2000	14	m	extrapolação	7727	R\$ 383,38	R\$ 1.174,31	R\$ 5.367,35	R\$ 16.440,34
Tubulacao de material Pvc DN 150	4458	m	73840/004	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 15.870,48	R\$ 98.343,48
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.3 e 1.6 m Profundidade	1	un	73963/008+73607	21090	R\$ 1.557,02	R\$ 716,95	R\$ 1.557,02	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.6 e 1.9 m Profundidade	8	un	73963/010+73607	21090	R\$ 1.788,86	R\$ 716,95	R\$ 14.310,88	R\$ 5.735,60
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.2 e 2.5 m Profundidade	7	un	73963/012+73607	21090	R\$ 2.129,46	R\$ 716,95	R\$ 14.906,22	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.5 e 2.8 m Profundidade	1	un	73963/013+73607	21090	R\$ 2.326,24	R\$ 716,95	R\$ 2.326,24	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo III Entre 2.8 e 3.2 m Profundidade	7	un	73963/014+73607	21090	R\$ 2.493,32	R\$ 716,95	R\$ 17.453,24	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.2 e 3.6 m Profundidade	3	un	73963/016+73607	21090	R\$ 2.887,11	R\$ 716,95	R\$ 8.661,33	R\$ 2.150,85
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.8 e 5.2 m Profundidade	2	un	73963/021+73607	21090	R\$ 3.816,60	R\$ 716,95	R\$ 7.633,20	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.2 e 5.6 m Profundidade	5	un	73963/022+73607	21090	R\$ 4.013,07	R\$ 716,95	R\$ 20.065,35	R\$ 3.584,75
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.6 e 6.0 m Profundidade	2	un	73963/023+73607	21090	R\$ 4.209,53	R\$ 716,95	R\$ 8.419,06	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo III Acima de 6.0 m Profundidade	45	un	73963/024+73607	21090	R\$ 4.407,09	R\$ 716,95	R\$ 198.319,05	R\$ 32.262,75
Pocos de Limpeza DN 150 Ate 2.0 m Profundidade	66	un	73840/003 * 2m	9818 * 2m	R\$ 7,12	R\$ 44,12	R\$ 469,92	R\$ 2.911,92
Tubo de Queda DN 150	59	un	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 210,04	R\$ 1.301,54
Tubo de Queda DN 400	16	un	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 518,72	R\$ 999,04
Tubo de Queda DN 500	13	un	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 639,99	R\$ 951,21
Tubo de Queda DN 600	9	un	73879/004	7762	R\$ 63,64	R\$ 99,32	R\$ 572,76	R\$ 893,88
Tubo de Queda DN 700	13	un	73879/005	7722	R\$ 92,09	R\$ 147,98	R\$ 1.197,17	R\$ 1.923,74
Tubo de Queda DN 800	15	un	73879/006	7763	R\$ 102,98	R\$ 175,12	R\$ 1.544,70	R\$ 2.626,80
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 150	240,65	m	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 856,71	R\$ 5.308,74
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 400	32,59	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 1.056,57	R\$ 2.034,92
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 500	56,94	m	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 2.803,16	R\$ 4.166,30
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 600	45,74	m	73879/004	7762	R\$ 63,64	R\$ 99,32	R\$ 2.910,89	R\$ 4.542,90
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 700	65,69	m	73879/005	7722	R\$ 92,09	R\$ 147,98	R\$ 6.049,39	R\$ 9.720,81
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 800	58,25	m	73879/006	7763	R\$ 102,98	R\$ 175,12	R\$ 5.998,59	R\$ 10.200,74
Locacao e Nivelamento Para Assentamento de Tubos	11553	m	73610	-	R\$ 0,65	R\$ -	R\$ 7.509,45	R\$ -
Cadastro Tecnico da Obra de Rede de Esgotos	11553	m	73678	-	R\$ 2,09	R\$ -	R\$ 24.145,77	R\$ -

Volume de Escavacao na Rede - Prof. ate 1.5 m	20289,79	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 69.796,88	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	14193,7	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 143.498,31	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	10235,67	m3	75578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 120.064,41	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 4.5 m e 6.0 m	2664,73	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 38.931,71	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. ate 1.5 m	671,18	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 2.308,86	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	281,01	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 2.841,01	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	242,6	m3	73578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 2.845,70	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 4.5 m e 6.0 m	262,78	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 3.839,22	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. Acima de 6.0 m	851,22	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 12.436,32	R\$ -
Area de Escoramento da vala da rede - acima de 1.3 m	59431,91	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 2.613.221,08	R\$ -
Area de Escoramento nos PVs - acima de 1.3 m	6690,98	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 294.202,39	R\$ -
Volume de Botafora das Valas - com empolamento	19106,79	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 481.873,24	R\$ -
Volume de Botafora dos PVs - com empolamento	1727,25	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 43.561,25	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo de Valas	2268,68	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 72.438,95	R\$ -
Volume de Aterro com Areia	7491,01	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 101.128,64	R\$ -
Volume de Reaterro Adensamento Hidraulico	4189,98	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 325.016,75	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra	3255,44	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 426.071,99	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apiloado de Valas	33666,43	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 1.791.390,74	R\$ -
Area de Reposicao de Pavimentacao - Asfalto	16277,2	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 126.148,30	R\$ -
Metragem de Construcao de Sarjetas	18268	m	73763/001	-	R\$ 118,80	R\$ -	R\$ 2.170.238,40	R\$ -
Tubo de Ligacao - material Concreto DN 0.400	4920,39	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 159.519,04	R\$ 307.229,15
Escavacao Tubos de Ligacao - Prof. ate 1.5 m	6734,78	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 23.167,64	R\$ -
Area de Escoramento Tubos de Ligacao - acima de 1.3 m	52618,36	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 2.313.629,29	R\$ -
Volume de Botafora Tubos de Ligacao - com empolamento	5337,48	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 134.611,25	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo Tubos de Ligacao	519,4	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 16.584,44	R\$ -
Volume de Aterro com Areia - Tubos de Ligacao	1924,85	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 25.985,48	R\$ -
Reaterro Adensamento Hidraulico - Tubos de Ligacao	1508,92	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 117.046,92	R\$ -

Volume de Aterro com Po de Pedra - Tubos de Ligação	1205,49	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 157.774,53	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apilado - Tubos de Ligação	2629,03	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 139.890,69	R\$ -
Reposicao Pavimentacao - Tubos de Ligação - Asfalto	6027,44	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 46.712,66	R\$ -
Boca de Lobo: FºP, Com Grelha e Sem Abertura Lateral	404	un	83716	11244	R\$ 593,46	R\$ 543,87	R\$ 239.757,84	R\$ 219.723,48

TOTAL	R\$ 14.980.557,95
--------------	-------------------

UnTem - Cenário 1: 100 hab/ha e Terreno Plano

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	CÓDIGO COMPOSIÇÃO	CÓDIGO INSUMO	PREÇO UNITÁRIO COMPOSIÇÃO	PREÇO UNITÁRIO INSUMO	PREÇO TOTAL COMPOSIÇÃO	PREÇO TOTAL INSUMO
Tubulacao de material Concreto DN 400	1440	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 46.684,80	R\$ 89.913,60
Tubulacao de material Concreto DN 500	810	m	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 39.876,30	R\$ 59.267,70
Tubulacao de material Concreto DN 600	1440	m	73879/004	7762	R\$ 63,64	R\$ 99,32	R\$ 91.641,60	R\$ 143.020,80
Tubulacao de material Concreto DN 700	1966	m	73879/005	7722	R\$ 92,09	R\$ 147,98	R\$ 181.048,94	R\$ 290.928,68
Tubulacao de material Concreto DN 800	1065	m	73879/006	7763	R\$ 102,98	R\$ 175,12	R\$ 109.673,70	R\$ 186.502,80
Tubulacao de material Concreto DN 1000	180	m	73879/008	7765	R\$ 160,92	R\$ 246,83	R\$ 28.965,60	R\$ 44.429,40
Tubulacao de material Concreto DN 1100	180	m	extrapolação	12569	R\$ 188,54	R\$ 276,10	R\$ 33.937,20	R\$ 49.698,00
Tubulacao de material Concreto DN 1400	14	m	extrapolação	extrapolação	R\$ 253,11	R\$ 495,37	R\$ 3.543,58	R\$ 6.935,15
Tubulacao de material Pvc DN 150	4458	m	73840/004	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 15.870,48	R\$ 98.343,48
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.3 e 1.6 m Profundidade	6	un	73963/008+73607	21090	R\$ 1.557,02	R\$ 716,95	R\$ 9.342,12	R\$ 4.301,70
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.6 e 1.9 m Profundidade	7	un	73963/010+73607	21090	R\$ 1.788,86	R\$ 716,95	R\$ 12.522,02	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.9 e 2.2 m Profundidade	7	un	73963/011+73607	21090	R\$ 1.910,10	R\$ 716,95	R\$ 13.370,70	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.5 e 2.8 m Profundidade	7	un	73963/013+73607	21090	R\$ 2.326,24	R\$ 716,95	R\$ 16.283,68	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 2.8 e 3.2 m Profundidade	7	un	73963/014+73607	21090	R\$ 2.493,32	R\$ 716,95	R\$ 17.453,24	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.2 e 3.6 m Profundidade	7	un	73963/016+73607	21090	R\$ 2.887,11	R\$ 716,95	R\$ 20.209,77	R\$ 5.018,65

Pocos de Visita Tipo III Entre 3.6 e 4.0 m Profundidade	7	un	73963/017+73607	21090	R\$ 3.096,33	R\$ 716,95	R\$ 21.674,31	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.0 e 4.4 m Profundidade	7	un	73963/018+73607	21090	R\$ 3.216,01	R\$ 716,95	R\$ 22.512,07	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.4 e 4.8 m Profundidade	7	un	73963/020+73607	21090	R\$ 3.609,72	R\$ 716,95	R\$ 25.268,04	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.8 e 5.2 m Profundidade	7	un	73963/021+73607	21090	R\$ 3.816,60	R\$ 716,95	R\$ 26.716,20	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.2 e 5.6 m Profundidade	7	un	73963/022+73607	21090	R\$ 4.013,07	R\$ 716,95	R\$ 28.091,49	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.6 e 6.0 m Profundidade	1	un	73963/023+73607	21090	R\$ 4.209,53	R\$ 716,95	R\$ 4.209,53	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo III Acima de 6.0 m Profundidade	4	un	73963/024+73607	21090	R\$ 4.407,09	R\$ 716,95	R\$ 17.628,36	R\$ 2.867,80
Pocos de Limpeza DN 150 Ate 2.0 m Profundidade	66	un	73840/003 * 2m	9818 * 2m	R\$ 7,12	R\$ 44,12	R\$ 469,92	R\$ 2.911,92
Tubo de Queda DN 150	54	un	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 192,24	R\$ 1.191,24
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 150	80,37	m	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 286,12	R\$ 1.772,96
Locacao e Nivelamento Para Assentamento de Tubos	11553	m	73610	-	R\$ 0,65	R\$ -	R\$ 7.509,45	R\$ -
Cadastro Tecnico da Obra de Rede de Esgotos	11553	m	73678	-	R\$ 2,09	R\$ -	R\$ 24.145,77	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. ate 1.5 m	19765,27	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 67.992,53	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	13544,99	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 136.939,85	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	9328,86	m3	75578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 109.427,53	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 4.5 m e 6.0 m	3807,11	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 55.621,88	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. Acima de 6.0 m	581,65	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 8.497,91	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. ate 1.5 m	695,81	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 2.393,59	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	279,27	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 2.823,42	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	180,76	m3	73578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 2.120,31	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 4.5 m e 6.0 m	79,28	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 1.158,28	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. Acima de 6.0 m	6,87	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 100,37	R\$ -
Area de Escoramento da vala da rede - acima de 1.3 m	59557,77	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 2.618.755,15	R\$ -
Area de Escoramento nos PVs - acima de 1.3 m	5119,67	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 225.111,89	R\$ -
Volume de Botafora das Valas - com empolamento	17508,35	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 441.560,59	R\$ -
Volume de Botafora dos PVs - com empolamento	1258,7	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 31.744,41	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo de Valas	2043,92	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 65.262,37	R\$ -

Volume de Aterro com Areia	6931,7	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 93.577,95	R\$ -
Volume de Reaterro Adensamento Hidraulico	4084,41	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 316.827,68	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra	3185,06	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 416.860,65	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apiloado de Valas	33833,63	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 1.800.287,45	R\$ -
Area de Reposicao de Pavimentacao - Asfalto	15925,3	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 123.421,08	R\$ -
Metragem de Construção de Sarjetas	18268	m	73763/001	-	R\$ 118,80	R\$ -	R\$ 2.170.238,40	R\$ -
Tubo de Ligação - material Concreto DN 0.400	4920,39	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 159.519,04	R\$ 307.229,15
Escavacao Tubos de Ligação - Prof. ate 1.5 m	6734,78	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 23.167,64	R\$ -
Area de Escoramento Tubos de Ligação - acima de 1.3 m	45280,79	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 1.990.996,34	R\$ -
Volume de Botafora Tubos de Ligação - com empolamento	5337,48	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 134.611,25	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo Tubos de Ligação	519,4	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 16.584,44	R\$ -
Volume de Aterro com Areia - Tubos de Ligação	1924,85	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 25.985,48	R\$ -
Reaterro Adensamento Hidraulico - Tubos de Ligação	1508,92	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 117.046,92	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra - Tubos de Ligação	1205,49	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 157.774,53	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apiloado - Tubos de Ligação	2629,03	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 139.890,69	R\$ -
Reposicao Pavimentacao - Tubos de Ligação - Asfalto	6027,44	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 46.712,66	R\$ -
Boca de Lobo: FºP, Com Grelha e Sem Abertura Lateral	404	un	83716	11244	R\$ 593,46	R\$ 543,87	R\$ 239.757,84	R\$ 219.723,48

TOTAL	R\$ 14.121.838,64
--------------	-------------------

UnTem - Cenário 3: 500 hab/ha e Terreno Plano

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	CÓDIGO COMPOSIÇÃO	CÓDIGO INSUMO	PREÇO UNITÁRIO COMPOSIÇÃO	PREÇO UNITÁRIO INSUMO	PREÇO TOTAL COMPOSIÇÃO	PREÇO TOTAL INSUMO
Tubulacao de material Concreto DN 400	1350	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 43.767,00	R\$ 84.294,00
Tubulacao de material Concreto DN 500	900	m	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 44.307,00	R\$ 65.853,00

Tubulacao de material Concreto DN 600	1440	m	73879/004	7762	R\$ 63,64	R\$ 99,32	R\$ 91.641,60	R\$ 143.020,80
Tubulacao de material Concreto DN 700	1966	m	73879/005	7722	R\$ 92,09	R\$ 147,98	R\$ 181.048,94	R\$ 290.928,68
Tubulacao de material Concreto DN 800	1065	m	73879/006	7763	R\$ 102,98	R\$ 175,12	R\$ 109.673,70	R\$ 186.502,80
Tubulacao de material Concreto DN 1000	180	m	73879/008	7765	R\$ 160,92	R\$ 246,83	R\$ 28.965,60	R\$ 44.429,40
Tubulacao de material Concreto DN 1200	180	m	73879/009	7766	R\$ 216,16	R\$ 365,85	R\$ 38.908,80	R\$ 65.853,00
Tubulacao de material Concreto DN 1400	14	m	extrapolação	extrapolação	R\$ 253,11	R\$ 495,37	R\$ 3.543,58	R\$ 6.935,15
Tubulacao de material Pvc DN 150	4458	m	73840/004	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 15.870,48	R\$ 98.343,48
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.3 e 1.6 m Profundidade	6	un	73963/008+73607	21090	R\$ 1.557,02	R\$ 716,95	R\$ 9.342,12	R\$ 4.301,70
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.6 e 1.9 m Profundidade	7	un	73963/010+73607	21090	R\$ 1.788,86	R\$ 716,95	R\$ 12.522,02	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.9 e 2.2 m Profundidade	7	un	73963/011+73607	21090	R\$ 1.910,10	R\$ 716,95	R\$ 13.370,70	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.5 e 2.8 m Profundidade	7	un	73963/013+73607	21090	R\$ 2.326,24	R\$ 716,95	R\$ 16.283,68	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 2.8 e 3.2 m Profundidade	7	un	73963/014+73607	21090	R\$ 2.493,32	R\$ 716,95	R\$ 17.453,24	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.2 e 3.6 m Profundidade	7	un	73963/016+73607	21090	R\$ 2.887,11	R\$ 716,95	R\$ 20.209,77	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.6 e 4.0 m Profundidade	7	un	73963/017+73607	21090	R\$ 3.096,33	R\$ 716,95	R\$ 21.674,31	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.0 e 4.4 m Profundidade	7	un	73963/018+73607	21090	R\$ 3.216,01	R\$ 716,95	R\$ 22.512,07	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.4 e 4.8 m Profundidade	7	un	73963/020+73607	21090	R\$ 3.609,72	R\$ 716,95	R\$ 25.268,04	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.8 e 5.2 m Profundidade	7	un	73963/021+73607	21090	R\$ 3.816,60	R\$ 716,95	R\$ 26.716,20	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.2 e 5.6 m Profundidade	7	un	73963/022+73607	21090	R\$ 4.013,07	R\$ 716,95	R\$ 28.091,49	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.6 e 6.0 m Profundidade	1	un	73963/023+73607	21090	R\$ 4.209,53	R\$ 716,95	R\$ 4.209,53	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo III Acima de 6.0 m Profundidade	4	un	73963/024+73607	21090	R\$ 4.407,09	R\$ 716,95	R\$ 17.628,36	R\$ 2.867,80
Pocos de Limpeza DN 150 Ate 2.0 m Profundidade	66	un	73840/003 * 2m	9818 * 2m	R\$ 7,12	R\$ 44,12	R\$ 469,92	R\$ 2.911,92
Tubo de Queda DN 150	54	un	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 192,24	R\$ 1.191,24
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 150	80,37	m	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 286,12	R\$ 1.772,96
Locacao e Nivelamento Para Assentamento de Tubos	11553	m	73610	-	R\$ 0,65	R\$ -	R\$ 7.509,45	R\$ -
Cadastro Tecnico da Obra de Rede de Esgotos	11553	m	73678	-	R\$ 2,09	R\$ -	R\$ 24.145,77	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. ate 1.5 m	19805,77	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 68.131,85	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	13583,56	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 137.329,79	R\$ -

Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	9355,86	m3	75578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 109.744,24	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 4.5 m e 6.0 m	3834,11	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 56.016,35	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. Acima de 6.0 m	608,3	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 8.887,26	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. ate 1.5 m	695,71	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 2.393,24	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	279,22	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 2.822,91	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	181	m3	73578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 2.123,13	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 4.5 m e 6.0 m	79,52	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 1.161,79	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. Acima de 6.0 m	6,56	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 95,84	R\$ -
Area de Escoramento da vala da rede - acima de 1.3 m	59557,77	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 2.618.755,15	R\$ -
Area de Escoramento nos PVs - acima de 1.3 m	5125,53	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 225.369,55	R\$ -
Volume de Botafora das Valas - com empolamento	17641,73	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 444.924,43	R\$ -
Volume de Botafora dos PVs - com empolamento	1265,98	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 31.928,02	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo de Valas	2062,82	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 65.865,84	R\$ -
Volume de Aterro com Areia	6987,33	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 94.328,96	R\$ -
Volume de Reaterro Adensamento Hidraulico	4092,51	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 317.456,00	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra	3190,46	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 417.567,40	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apilado de Valas	33885,16	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 1.803.029,36	R\$ -
Area de Reposicao de Pavimentacao - Asfalto	15952,3	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 123.630,33	R\$ -
Metragem de Construcao de Sarjetas	18268	m	73763/001	-	R\$ 118,80	R\$ -	R\$ 2.170.238,40	R\$ -
Tubo de Ligacao - material Concreto DN 0.400	4920,39	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 159.519,04	R\$ 307.229,15
Escavacao Tubos de Ligacao - Prof. ate 1.5 m	6734,78	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 23.167,64	R\$ -
Area de Escoramento Tubos de Ligacao - acima de 1.3 m	45280,79	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 1.990.996,34	R\$ -
Volume de Botafora Tubos de Ligacao - com empolamento	5337,48	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 134.611,25	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo Tubos de Ligacao	519,4	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 16.584,44	R\$ -
Volume de Aterro com Areia - Tubos de Ligacao	1924,85	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 25.985,48	R\$ -
Reaterro Adensamento Hidraulico - Tubos de Ligacao	1508,92	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 117.046,92	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra - Tubos de Ligacao	1205,49	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 157.774,53	R\$ -

Volume Total de Reaterro Apilado - Tubos de Ligação	2629,03	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 139.890,69	R\$ -
Reposicao Pavimentacao - Tubos de Ligação - Asfalto	6027,44	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 46.712,66	R\$ -
Boca de Lobo: Fº, Com Grelha e Sem Abertura Lateral	404	un	83716	11244	R\$ 593,46	R\$ 543,87	R\$ 239.757,84	R\$ 219.723,48

TOTAL	R\$ 14.156.520,40
--------------	-------------------

UnTem - Cenário 5: 1000 hab/ha e Terreno Plano

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	CÓDIGO COMPOSIÇÃO	CÓDIGO INSUMO	PREÇO UNITÁRIO COMPOSIÇÃO	PREÇO UNITÁRIO INSUMO	PREÇO TOTAL COMPOSIÇÃO	PREÇO TOTAL INSUMO
Tubulacao de material Concreto DN 400	1260	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 40.849,20	R\$ 78.674,40
Tubulacao de material Concreto DN 500	990	m	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 48.737,70	R\$ 72.438,30
Tubulacao de material Concreto DN 600	1440	m	73879/004	7762	R\$ 63,64	R\$ 99,32	R\$ 91.641,60	R\$ 143.020,80
Tubulacao de material Concreto DN 700	1966	m	73879/005	7722	R\$ 92,09	R\$ 147,98	R\$ 181.048,94	R\$ 290.928,68
Tubulacao de material Concreto DN 800	1065	m	73879/006	7763	R\$ 102,98	R\$ 175,12	R\$ 109.673,70	R\$ 186.502,80
Tubulacao de material Concreto DN 1000	180	m	73879/008	7765	R\$ 160,92	R\$ 246,83	R\$ 28.965,60	R\$ 44.429,40
Tubulacao de material Concreto DN 1200	180	m	73879/009	7766	R\$ 216,16	R\$ 365,85	R\$ 38.908,80	R\$ 65.853,00
Tubulacao de material Concreto DN 1400	14	m	extrapolação	extrapolação	R\$ 253,11	R\$ 495,37	R\$ 3.543,58	R\$ 6.935,15
Tubulacao de material Pvc DN 150	4458	m	73840/004	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 15.870,48	R\$ 98.343,48
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.3 e 1.6 m Profundidade	6	un	73963/008+73607	21090	R\$ 1.557,02	R\$ 716,95	R\$ 9.342,12	R\$ 4.301,70
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.6 e 1.9 m Profundidade	7	un	73963/010+73607	21090	R\$ 1.788,86	R\$ 716,95	R\$ 12.522,02	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.9 e 2.2 m Profundidade	7	un	73963/011+73607	21090	R\$ 1.910,10	R\$ 716,95	R\$ 13.370,70	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.5 e 2.8 m Profundidade	7	un	73963/013+73607	21090	R\$ 2.326,24	R\$ 716,95	R\$ 16.283,68	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 2.8 e 3.2 m Profundidade	7	un	73963/014+73607	21090	R\$ 2.493,32	R\$ 716,95	R\$ 17.453,24	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.2 e 3.6 m Profundidade	7	un	73963/016+73607	21090	R\$ 2.887,11	R\$ 716,95	R\$ 20.209,77	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.6 e 4.0 m Profundidade	7	un	73963/017+73607	21090	R\$ 3.096,33	R\$ 716,95	R\$ 21.674,31	R\$ 5.018,65

Pocos de Visita Tipo III Entre 4.0 e 4.4 m Profundidade	7	un	73963/018+73607	21090	R\$ 3.216,01	R\$ 716,95	R\$ 22.512,07	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.4 e 4.8 m Profundidade	7	un	73963/020+73607	21090	R\$ 3.609,72	R\$ 716,95	R\$ 25.268,04	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.8 e 5.2 m Profundidade	7	un	73963/021+73607	21090	R\$ 3.816,60	R\$ 716,95	R\$ 26.716,20	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.2 e 5.6 m Profundidade	7	un	73963/022+73607	21090	R\$ 4.013,07	R\$ 716,95	R\$ 28.091,49	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.6 e 6.0 m Profundidade	1	un	73963/023+73607	21090	R\$ 4.209,53	R\$ 716,95	R\$ 4.209,53	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo III Acima de 6.0 m Profundidade	4	un	73963/024+73607	21090	R\$ 4.407,09	R\$ 716,95	R\$ 17.628,36	R\$ 2.867,80
Pocos de Limpeza DN 150 Ate 2.0 m Profundidade	66	un	73840/003 * 2m	9818 * 2m	R\$ 7,12	R\$ 44,12	R\$ 469,92	R\$ 2.911,92
Tubo de Queda DN 150	54	un	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 192,24	R\$ 1.191,24
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 150	80,37	m	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 286,12	R\$ 1.772,96
Locacao e Nivelamento Para Assentamento de Tubos	11553	m	73610	-	R\$ 0,65	R\$ -	R\$ 7.509,45	R\$ -
Cadastro Tecnico da Obra de Rede de Esgotos	11553	m	73678	-	R\$ 2,09	R\$ -	R\$ 24.145,77	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. ate 1.5 m	19819,27	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 68.178,29	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	13594,6	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 137.441,41	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	9355,86	m3	75578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 109.744,24	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 4.5 m e 6.0 m	3834,11	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 56.016,35	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. Acima de 6.0 m	608,3	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 8.887,26	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. ate 1.5 m	695,37	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 2.392,07	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	278,94	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 2.820,08	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	181	m3	73578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 2.123,13	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 4.5 m e 6.0 m	79,52	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 1.161,79	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. Acima de 6.0 m	6,56	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 95,84	R\$ -
Area de Escoramento da vala da rede - acima de 1.3 m	59557,77	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 2.618.755,15	R\$ -
Area de Escoramento nos PVs - acima de 1.3 m	5125,53	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 225.369,55	R\$ -
Volume de Botafora das Valas - com empolamento	17668,64	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 445.603,10	R\$ -
Volume de Botafora dos PVs - com empolamento	1265,98	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 31.928,02	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo de Valas	2066,42	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 65.980,79	R\$ -
Volume de Aterro com Areia	6998,97	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 94.486,10	R\$ -

Volume de Reaterro Adensamento Hidraulico	4095,21	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 317.665,44	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra	3192,26	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 417.802,99	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apilado de Valas	33888,37	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 1.803.200,17	R\$ -
Area de Reposicao de Pavimentacao - Asfalto	15961,3	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 123.700,08	R\$ -
Metragem de Construção de Sarjetas	18268	m	73763/001	-	R\$ 118,80	R\$ -	R\$ 2.170.238,40	R\$ -
Tubo de Ligação - material Concreto DN 0.400	4920,39	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 159.519,04	R\$ 307.229,15
Escavacao Tubos de Ligação - Prof. ate 1.5 m	6734,78	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 23.167,64	R\$ -
Area de Escoramento Tubos de Ligação - acima de 1.3 m	45280,79	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 1.990.996,34	R\$ -
Volume de Botafora Tubos de Ligação - com empolamento	5337,48	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 134.611,25	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo Tubos de Ligação	519,4	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 16.584,44	R\$ -
Volume de Aterro com Areia - Tubos de Ligação	1924,85	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 25.985,48	R\$ -
Reaterro Adensamento Hidraulico - Tubos de Ligação	1508,92	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 117.046,92	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra - Tubos de Ligação	1205,49	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 157.774,53	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apilado - Tubos de Ligação	2629,03	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 139.890,69	R\$ -
Reposicao Pavimentacao - Tubos de Ligação - Asfalto	6027,44	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 46.712,66	R\$ -
Boca de Lobo: Fºº, Com Grelha e Sem Abertura Lateral	404	un	83716	11244	R\$ 593,46	R\$ 543,87	R\$ 239.757,84	R\$ 219.723,48

TOTAL	R\$ 14.160.789,39
--------------	-------------------

UnTem - Cenário 2: 100 hab/ha e Terreno Inclinado 10%

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	CÓDIGO COMPOSIÇÃO	CÓDIGO INSUMO	PREÇO UNITÁRIO COMPOSIÇÃO	PREÇO UNITÁRIO INSUMO	PREÇO TOTAL COMPOSIÇÃO	PREÇO TOTAL INSUMO
Tubulacao de material Concreto DN 400	4140	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 134.218,80	R\$ 258.501,60
Tubulacao de material Concreto DN 500	1720	m	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 84.675,60	R\$ 125.852,40
Tubulacao de material Concreto DN 600	721	m	73879/004	7762	R\$ 63,64	R\$ 99,32	R\$ 45.884,44	R\$ 71.609,72

Tubulacao de material Concreto DN 900	140	m	73879/007	7764	R\$ 146,11	R\$ 247,71	R\$ 20.455,40	R\$ 34.679,40
Tubulacao de material Concreto DN 1000	180	m	73879/008	7765	R\$ 160,92	R\$ 246,83	R\$ 28.965,60	R\$ 44.429,40
Tubulacao de material Concreto DN 1200	180	m	73879/009	7766	R\$ 216,16	R\$ 365,85	R\$ 38.908,80	R\$ 65.853,00
Tubulacao de material Concreto DN 1500	14	m	73879/010	7767	R\$ 265,43	R\$ 538,54	R\$ 3.716,02	R\$ 7.539,56
Tubulacao de material Pvc DN 150	4458	m	73840/004	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 15.870,48	R\$ 98.343,48
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.3 e 1.6 m Profundidade	4	un	73963/008+73607	21090	R\$ 1.557,02	R\$ 716,95	R\$ 6.228,08	R\$ 2.867,80
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.6 e 1.9 m Profundidade	20	un	73963/010+73607	21090	R\$ 1.788,86	R\$ 716,95	R\$ 35.777,20	R\$ 14.339,00
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.9 e 2.2 m Profundidade	5	un	73963/011+73607	21090	R\$ 1.910,10	R\$ 716,95	R\$ 9.550,50	R\$ 3.584,75
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.2 e 2.5 m Profundidade	2	un	73963/012+73607	21090	R\$ 2.129,46	R\$ 716,95	R\$ 4.258,92	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo III Entre 2.8 e 3.2 m Profundidade	2	un	73963/014+73607	21090	R\$ 2.493,32	R\$ 716,95	R\$ 4.986,64	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.2 e 3.6 m Profundidade	9	un	73963/016+73607	21090	R\$ 2.887,11	R\$ 716,95	R\$ 25.983,99	R\$ 6.452,55
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.6 e 4.0 m Profundidade	1	un	73963/017+73607	21090	R\$ 3.096,33	R\$ 716,95	R\$ 3.096,33	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.0 e 4.4 m Profundidade	7	un	73963/018+73607	21090	R\$ 3.216,01	R\$ 716,95	R\$ 22.512,07	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.4 e 4.8 m Profundidade	2	un	73963/020+73607	21090	R\$ 3.609,72	R\$ 716,95	R\$ 7.219,44	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.8 e 5.2 m Profundidade	6	un	73963/021+73607	21090	R\$ 3.816,60	R\$ 716,95	R\$ 22.899,60	R\$ 4.301,70
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.2 e 5.6 m Profundidade	3	un	73963/022+73607	21090	R\$ 4.013,07	R\$ 716,95	R\$ 12.039,21	R\$ 2.150,85
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.6 e 6.0 m Profundidade	5	un	73963/023+73607	21090	R\$ 4.209,53	R\$ 716,95	R\$ 21.047,65	R\$ 3.584,75
Pocos de Visita Tipo III Acima de 6.0 m Profundidade	15	un	73963/024+73607	21090	R\$ 4.407,09	R\$ 716,95	R\$ 66.106,35	R\$ 10.754,25
Pocos de Limpeza DN 150 Ate 2.0 m Profundidade	66	un	73840/003 * 2m	9818 * 2m	R\$ 7,12	R\$ 44,12	R\$ 469,92	R\$ 2.911,92
Tubo de Queda DN 150	46	un	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 163,76	R\$ 1.014,76
Tubo de Queda DN 400	30	un	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 972,60	R\$ 1.873,20
Tubo de Queda DN 500	16	un	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 787,68	R\$ 1.170,72
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 150	117,61	m	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 418,69	R\$ 2.594,48
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 400	62,07	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 2.012,31	R\$ 3.875,65
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 500	63,75	m	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 3.138,41	R\$ 4.664,59
Locacao e Nivelamento Para Assentamento de Tubos	11553	m	73610	-	R\$ 0,65	R\$ -	R\$ 7.509,45	R\$ -
Cadastro Tecnico da Obra de Rede de Esgotos	11553	m	73678	-	R\$ 2,09	R\$ -	R\$ 24.145,77	R\$ -

Volume de Escavacao na Rede - Prof. ate 1.5 m	17258,74	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 59.370,07	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	8968,8	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 90.674,57	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	3353,2	m3	75578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 39.333,04	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. ate 1.5 m	707,16	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 2.432,63	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	278,11	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 2.811,69	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	232,44	m3	73578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 2.726,52	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 4.5 m e 6.0 m	214,38	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 3.132,09	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. Acima de 6.0 m	172,2	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 2.515,84	R\$ -
Area de Escoramento da vala da rede - acima de 1.3 m	44857,07	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 1.972.365,37	R\$ -
Area de Escoramento nos PVs - acima de 1.3 m	4880,14	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 214.579,76	R\$ -
Volume de Botafora das Valas - com empolamento	13031,07	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 328.643,59	R\$ -
Volume de Botafora dos PVs - com empolamento	1017,16	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 25.652,78	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo de Valas	1456,73	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 46.513,39	R\$ -
Volume de Aterro com Areia	4848,43	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 65.453,81	R\$ -
Volume de Reaterro Adensamento Hidraulico	3576,12	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 277.399,63	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra	2846,2	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 372.510,66	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apilado de Valas	20378,74	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 1.084.352,76	R\$ -
Area de Reposicao de Pavimentacao - Asfalto	14231	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 110.290,25	R\$ -
Metragem de Construcao de Sarjetas	18268	m	73763/001	-	R\$ 118,80	R\$ -	R\$ 2.170.238,40	R\$ -
Tubo de Ligacao - material Concreto DN 0.400	4920,39	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 159.519,04	R\$ 307.229,15
Escavacao Tubos de Ligacao - Prof. ate 1.5 m	6734,78	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 23.167,64	R\$ -
Area de Escoramento Tubos de Ligacao - acima de 1.3 m	52618,36	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 2.313.629,29	R\$ -
Volume de Botafora Tubos de Ligacao - com empolamento	5337,48	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 134.611,25	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo Tubos de Ligacao	519,4	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 16.584,44	R\$ -
Volume de Aterro com Areia - Tubos de Ligacao	1924,85	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 25.985,48	R\$ -
Reaterro Adensamento Hidraulico - Tubos de Ligacao	1508,92	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 117.046,92	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra - Tubos de Ligacao	1205,49	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 157.774,53	R\$ -

Volume Total de Reaterro Apilado - Tubos de Ligação	2629,03	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 139.890,69	R\$ -
Reposicao Pavimentacao - Tubos de Ligação - Asfalto	6027,44	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 46.712,66	R\$ -
Boca de Lobo: Fº, Com Grelha e Sem Abertura Lateral	404	un	83716	11244	R\$ 593,46	R\$ 543,87	R\$ 239.757,84	R\$ 219.723,48

TOTAL	R\$ 12.209.635,77
--------------	-------------------

UnTem - Cenário 4: 500 hab/ha e Terreno Inclinado 10%

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	CÓDIGO COMPOSIÇÃO	CÓDIGO INSUMO	PREÇO UNITÁRIO COMPOSIÇÃO	PREÇO UNITÁRIO INSUMO	PREÇO TOTAL COMPOSIÇÃO	PREÇO TOTAL INSUMO
Tubulacao de material Concreto DN 400	3690	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 119.629,80	R\$ 230.403,60
Tubulacao de material Concreto DN 500	1720	m	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 84.675,60	R\$ 125.852,40
Tubulacao de material Concreto DN 600	1171	m	73879/004	7762	R\$ 63,64	R\$ 99,32	R\$ 74.522,44	R\$ 116.303,72
Tubulacao de material Concreto DN 900	140	m	73879/007	7764	R\$ 146,11	R\$ 247,71	R\$ 20.455,40	R\$ 34.679,40
Tubulacao de material Concreto DN 1000	90	m	73879/008	7765	R\$ 160,92	R\$ 246,83	R\$ 14.482,80	R\$ 22.214,70
Tubulacao de material Concreto DN 1100	90	m	extrapolação	12569	R\$ 188,54	R\$ 276,10	R\$ 16.968,60	R\$ 24.849,00
Tubulacao de material Concreto DN 1200	180	m	73879/009	7766	R\$ 216,16	R\$ 365,85	R\$ 38.908,80	R\$ 65.853,00
Tubulacao de material Concreto DN 1500	14	m	73879/010	7767	R\$ 265,43	R\$ 538,54	R\$ 3.716,02	R\$ 7.539,56
Tubulacao de material Pvc DN 150	4458	m	73840/004	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 15.870,48	R\$ 98.343,48
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.3 e 1.6 m Profundidade	9	un	73963/008+73607	21090	R\$ 1.557,02	R\$ 716,95	R\$ 14.013,18	R\$ 6.452,55
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.6 e 1.9 m Profundidade	15	un	73963/010+73607	21090	R\$ 1.788,86	R\$ 716,95	R\$ 26.832,90	R\$ 10.754,25
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.9 e 2.2 m Profundidade	5	un	73963/011+73607	21090	R\$ 1.910,10	R\$ 716,95	R\$ 9.550,50	R\$ 3.584,75
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.2 e 2.5 m Profundidade	2	un	73963/012+73607	21090	R\$ 2.129,46	R\$ 716,95	R\$ 4.258,92	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo III Entre 2.8 e 3.2 m Profundidade	2	un	73963/014+73607	21090	R\$ 2.493,32	R\$ 716,95	R\$ 4.986,64	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.2 e 3.6 m Profundidade	9	un	73963/016+73607	21090	R\$ 2.887,11	R\$ 716,95	R\$ 25.983,99	R\$ 6.452,55
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.6 e 4.0 m Profundidade	1	un	73963/017+73607	21090	R\$ 3.096,33	R\$ 716,95	R\$ 3.096,33	R\$ 716,95

Pocos de Visita Tipo III Entre 4.0 e 4.4 m Profundidade	2	un	73963/018+73607	21090	R\$ 3.216,01	R\$ 716,95	R\$ 6.432,02	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.4 e 4.8 m Profundidade	7	un	73963/020+73607	21090	R\$ 3.609,72	R\$ 716,95	R\$ 25.268,04	R\$ 5.018,65
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.2 e 5.6 m Profundidade	9	un	73963/022+73607	21090	R\$ 4.013,07	R\$ 716,95	R\$ 36.117,63	R\$ 6.452,55
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.6 e 6.0 m Profundidade	5	un	73963/023+73607	21090	R\$ 4.209,53	R\$ 716,95	R\$ 21.047,65	R\$ 3.584,75
Pocos de Visita Tipo III Acima de 6.0 m Profundidade	15	un	73963/024+73607	21090	R\$ 4.407,09	R\$ 716,95	R\$ 66.106,35	R\$ 10.754,25
Pocos de Limpeza DN 150 Ate 2.0 m Profundidade	66	un	73840/003 * 2m	9818 * 2m	R\$ 7,12	R\$ 44,12	R\$ 469,92	R\$ 2.911,92
Tubo de Queda DN 150	46	un	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 163,76	R\$ 1.014,76
Tubo de Queda DN 400	25	un	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 810,50	R\$ 1.561,00
Tubo de Queda DN 500	16	un	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 787,68	R\$ 1.170,72
Tubo de Queda DN 600	5	un	73879/004	7762	R\$ 63,64	R\$ 99,32	R\$ 318,20	R\$ 496,60
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 150	120,52	m	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 429,05	R\$ 2.658,67
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 400	47,38	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 1.536,06	R\$ 2.958,41
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 500	60,19	m	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 2.963,15	R\$ 4.404,10
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 600	21,05	m	73879/004	7762	R\$ 63,64	R\$ 99,32	R\$ 1.339,62	R\$ 2.090,69
Locacao e Nivelamento Para Assentamento de Tubos	11553	m	73610	-	R\$ 0,65	R\$ -	R\$ 7.509,45	R\$ -
Cadastro Tecnico da Obra de Rede de Esgotos	11553	m	73678	-	R\$ 2,09	R\$ -	R\$ 24.145,77	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. ate 1.5 m	17497,44	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 60.191,19	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	9183,06	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 92.840,74	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	3715,78	m3	75578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 43.586,10	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. ate 1.5 m	706,79	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 2.431,36	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	277,83	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 2.808,86	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	235,08	m3	73578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 2.757,49	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 4.5 m e 6.0 m	222,06	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 3.244,30	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. Acima de 6.0 m	183,3	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 2.678,01	R\$ -
Area de Escoramento da vala da rede - acima de 1.3 m	45142,81	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 1.984.929,36	R\$ -
Area de Escoramento nos PVs - acima de 1.3 m	4936,06	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 217.038,56	R\$ -
Volume de Botafora das Valas - com empolamento	13446,1	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 339.110,64	R\$ -

Volume de Botafora dos PVs - com empolamento	1048,95	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 26.454,52	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo de Valas	1511,4	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 48.259,00	R\$ -
Volume de Aterro com Areia	5036,26	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 67.989,51	R\$ -
Volume de Reaterro Adensamento Hidraulico	3622,02	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 280.960,09	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra	2876,8	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 376.515,58	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apiloado de Valas	20871,26	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 1.110.559,74	R\$ -
Area de Reposicao de Pavimentacao - Asfalto	14384	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 111.476,00	R\$ -
Metragem de Construcao de Sarjetas	18268	m	73763/001	-	R\$ 118,80	R\$ -	R\$ 2.170.238,40	R\$ -
Tubo de Ligacao - material Concreto DN 0.400	4920,39	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 159.519,04	R\$ 307.229,15
Escavacao Tubos de Ligacao - Prof. ate 1.5 m	6734,78	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 23.167,64	R\$ -
Area de Escoramento Tubos de Ligacao - acima de 1.3 m	52618,36	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 2.313.629,29	R\$ -
Volume de Botafora Tubos de Ligacao - com empolamento	5337,48	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 134.611,25	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo Tubos de Ligacao	519,4	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 16.584,44	R\$ -
Volume de Aterro com Areia - Tubos de Ligacao	1924,85	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 25.985,48	R\$ -
Reaterro Adensamento Hidraulico - Tubos de Ligacao	1508,92	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 117.046,92	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra - Tubos de Ligacao	1205,49	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 157.774,53	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apiloado - Tubos de Ligacao	2629,03	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 139.890,69	R\$ -
Reposicao Pavimentacao - Tubos de Ligacao - Asfalto	6027,44	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 46.712,66	R\$ -
Boca de Lobo: FºF, Com Grelha e Sem Abertura Lateral	404	un	83716	11244	R\$ 593,46	R\$ 543,87	R\$ 239.757,84	R\$ 219.723,48

TOTAL	R\$ 12.322.477,80
--------------	-------------------

UnTem - Cenário 6: 1000 hab/ha e Terreno Inclinado 10%

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	CÓDIGO COMPOSIÇÃO	CÓDIGO INSUMO	PREÇO UNITÁRIO COMPOSIÇÃO	PREÇO UNITÁRIO INSUMO	PREÇO TOTAL COMPOSIÇÃO	PREÇO TOTAL INSUMO
Tubulacao de material Concreto DN 400	3690	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 119.629,80	R\$ 230.403,60
Tubulacao de material Concreto DN 500	1720	m	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 84.675,60	R\$ 125.852,40
Tubulacao de material Concreto DN 600	1048	m	73879/004	7762	R\$ 63,64	R\$ 99,32	R\$ 66.694,72	R\$ 104.087,36
Tubulacao de material Concreto DN 700	95	m	73879/005	7722	R\$ 92,09	R\$ 147,98	R\$ 8.748,55	R\$ 14.058,10
Tubulacao de material Concreto DN 800	28	m	73879/006	7763	R\$ 102,98	R\$ 175,12	R\$ 2.883,44	R\$ 4.903,36
Tubulacao de material Concreto DN 900	140	m	73879/007	7764	R\$ 146,11	R\$ 247,71	R\$ 20.455,40	R\$ 34.679,40
Tubulacao de material Concreto DN 1100	180	m	extrapolação	12569	R\$ 188,54	R\$ 276,10	R\$ 33.937,20	R\$ 49.698,00
Tubulacao de material Concreto DN 1200	90	m	73879/009	7766	R\$ 216,16	R\$ 365,85	R\$ 19.454,40	R\$ 32.926,50
Tubulacao de material Concreto DN 1300	90	m	extrapolação	extrapolação	R\$ 240,80	R\$ 452,20	R\$ 21.671,55	R\$ 40.697,55
Tubulacao de material Concreto DN 1500	14	m	73879/010	7767	R\$ 265,43	R\$ 538,54	R\$ 3.716,02	R\$ 7.539,56
Tubulacao de material Pvc DN 150	4458	m	73840/004	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 15.870,48	R\$ 98.343,48
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.3 e 1.6 m Profundidade	4	un	73963/008+73607	21090	R\$ 1.557,02	R\$ 716,95	R\$ 6.228,08	R\$ 2.867,80
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.6 e 1.9 m Profundidade	19	un	73963/010+73607	21090	R\$ 1.788,86	R\$ 716,95	R\$ 33.988,34	R\$ 13.622,05
Pocos de Visita Tipo II Entre 1.9 e 2.2 m Profundidade	6	un	73963/011+73607	21090	R\$ 1.910,10	R\$ 716,95	R\$ 11.460,60	R\$ 4.301,70
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.2 e 2.5 m Profundidade	1	un	73963/012+73607	21090	R\$ 2.129,46	R\$ 716,95	R\$ 2.129,46	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo II Entre 2.5 e 2.8 m Profundidade	1	un	73963/013+73607	21090	R\$ 2.326,24	R\$ 716,95	R\$ 2.326,24	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo III Entre 2.8 e 3.2 m Profundidade	2	un	73963/014+73607	21090	R\$ 2.493,32	R\$ 716,95	R\$ 4.986,64	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.2 e 3.6 m Profundidade	9	un	73963/016+73607	21090	R\$ 2.887,11	R\$ 716,95	R\$ 25.983,99	R\$ 6.452,55
Pocos de Visita Tipo III Entre 3.6 e 4.0 m Profundidade	1	un	73963/017+73607	21090	R\$ 3.096,33	R\$ 716,95	R\$ 3.096,33	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.0 e 4.4 m Profundidade	2	un	73963/018+73607	21090	R\$ 3.216,01	R\$ 716,95	R\$ 6.432,02	R\$ 1.433,90
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.4 e 4.8 m Profundidade	6	un	73963/020+73607	21090	R\$ 3.609,72	R\$ 716,95	R\$ 21.658,32	R\$ 4.301,70
Pocos de Visita Tipo III Entre 4.8 e 5.2 m Profundidade	1	un	73963/021+73607	21090	R\$ 3.816,60	R\$ 716,95	R\$ 3.816,60	R\$ 716,95
Pocos de Visita Tipo III Entre 5.2 e 5.6 m Profundidade	9	un	73963/022+73607	21090	R\$ 4.013,07	R\$ 716,95	R\$ 36.117,63	R\$ 6.452,55

Pocos de Visita Tipo III Entre 5.6 e 6.0 m Profundidade	5	un	73963/023+73607	21090	R\$ 4.209,53	R\$ 716,95	R\$ 21.047,65	R\$ 3.584,75
Pocos de Visita Tipo III Acima de 6.0 m Profundidade	15	un	73963/024+73607	21090	R\$ 4.407,09	R\$ 716,95	R\$ 66.106,35	R\$ 10.754,25
Pocos de Limpeza DN 150 Ate 2.0 m Profundidade	66	un	73840/003 * 2m	9818 * 2m	R\$ 7,12	R\$ 44,12	R\$ 469,92	R\$ 2.911,92
Tubo de Queda DN 150	47	un	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 167,32	R\$ 1.036,82
Tubo de Queda DN 400	25	un	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 810,50	R\$ 1.561,00
Tubo de Queda DN 500	16	un	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 787,68	R\$ 1.170,72
Tubo de Queda DN 600	5	un	73879/004	7762	R\$ 63,64	R\$ 99,32	R\$ 318,20	R\$ 496,60
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 150	122,82	m	73840/003	9818	R\$ 3,56	R\$ 22,06	R\$ 437,24	R\$ 2.709,41
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 400	49,04	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 1.589,88	R\$ 3.062,06
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 500	60,88	m	73879/003	7752	R\$ 49,23	R\$ 73,17	R\$ 2.997,12	R\$ 4.454,59
Acrescimo Acima de 1.0 m Tubo de Queda DN 600	21,25	m	73879/004	7762	R\$ 63,64	R\$ 99,32	R\$ 1.352,35	R\$ 2.110,55
Locacao e Nivelamento Para Assentamento de Tubos	11553	m	73610	-	R\$ 0,65	R\$ -	R\$ 7.509,45	R\$ -
Cadastro Tecnico da Obra de Rede de Esgotos	11553	m	73678	-	R\$ 2,09	R\$ -	R\$ 24.145,77	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. ate 1.5 m	17588,49	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 60.504,41	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	9300,51	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 94.028,16	R\$ -
Volume de Escavacao na Rede - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	3847,18	m3	75578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 45.127,42	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. ate 1.5 m	704,88	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 2.424,79	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 1.5 m e 3.0 m	279,74	m3	73579	-	R\$ 10,11	R\$ -	R\$ 2.828,17	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 3.0 m e 4.5 m	238,25	m3	73578	-	R\$ 11,73	R\$ -	R\$ 2.794,67	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. entre 4.5 m e 6.0 m	225,96	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 3.301,28	R\$ -
Volume de Escavacao nos PVs - Prof. Acima de 6.0 m	185,9	m3	73577	-	R\$ 14,61	R\$ -	R\$ 2.716,00	R\$ -
Area de Escoramento da vala da rede - acima de 1.3 m	45442,1	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 1.998.089,14	R\$ -
Area de Escoramento nos PVs - acima de 1.3 m	4971,41	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 218.592,90	R\$ -
Volume de Botafora das Valas - com empolamento	13616,82	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 343.416,20	R\$ -
Volume de Botafora dos PVs - com empolamento	1060,24	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 26.739,25	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo de Valas	1534,89	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 49.009,04	R\$ -
Volume de Aterro com Areia	5105,32	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 68.921,82	R\$ -

Volume de Reaterro Adensamento Hidraulico	3635,91	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 282.037,54	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra	2886,06	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 377.727,53	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apiloado de Valas	21080,89	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 1.121.714,16	R\$ -
Area de Reposicao de Pavimentacao - Asfalto	14430,3	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 111.834,83	R\$ -
Metragem de Construção de Sarjetas	18268	m	73763/001	-	R\$ 118,80	R\$ -	R\$ 2.170.238,40	R\$ -
Tubo de Ligação - material Concreto DN 0.400	4920,39	m	73879/002	7761	R\$ 32,42	R\$ 62,44	R\$ 159.519,04	R\$ 307.229,15
Escavacao Tubos de Ligação - Prof. ate 1.5 m	6734,78	m3	73962/013	-	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 23.167,64	R\$ -
Area de Escoramento Tubos de Ligação - acima de 1.3 m	52618,36	m2	73877/002	-	R\$ 43,97	R\$ -	R\$ 2.313.629,29	R\$ -
Volume de Botafora Tubos de Ligação - com empolamento	5337,48	m3	74255/003	-	R\$ 25,22	R\$ -	R\$ 134.611,25	R\$ -
Volume de Regularizacao Fundo Tubos de Ligação	519,4	m3	73964/004	-	R\$ 31,93	R\$ -	R\$ 16.584,44	R\$ -
Volume de Aterro com Areia - Tubos de Ligação	1924,85	m3	76444/001	-	R\$ 13,50	R\$ -	R\$ 25.985,48	R\$ -
Reaterro Adensamento Hidraulico - Tubos de Ligação	1508,92	m3	79482	-	R\$ 77,57	R\$ -	R\$ 117.046,92	R\$ -
Volume de Aterro com Po de Pedra - Tubos de Ligação	1205,49	m3	79510/001	-	R\$ 130,88	R\$ -	R\$ 157.774,53	R\$ -
Volume Total de Reaterro Apiloado - Tubos de Ligação	2629,03	m3	83441	-	R\$ 53,21	R\$ -	R\$ 139.890,69	R\$ -
Reposicao Pavimentacao - Tubos de Ligação - Asfalto	6027,44	m2	72945+72956	-	R\$ 7,75	R\$ -	R\$ 46.712,66	R\$ -
Boca de Lobo: Fºº, Com Grelha e Sem Abertura Lateral	404	un	83716	11244	R\$ 593,46	R\$ 543,87	R\$ 239.757,84	R\$ 219.723,48

TOTAL	R\$ 12.388.154,86
--------------	-------------------