



Universidade Federal da Paraíba

Centro de Tecnologia

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
CIVIL E AMBIENTAL**

– MESTRADO –

**IMPACTO DA TENSÃO TRATIVA ADOTADA NO
DIMENSIONAMENTO DE REDE COLETORA DE ESGOTO
SANITÁRIO SOBRE OS SEUS CUSTOS CONSTRUTIVOS**

GRACIELLE FERREIRA DE SOUZA

Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal da Paraíba para
obtenção do grau de Mestre

João Pessoa - Paraíba

Março de 2021



Universidade Federal da Paraíba

Centro de Tecnologia

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
CIVIL E AMBIENTAL**

– MESTRADO –

**IMPACTO DA TENSÃO TRATIVA ADOTADA NO
DIMENSIONAMENTO DE REDE COLETORA DE ESGOTO
SANITÁRIO SOBRE OS SEUS CUSTOS CONSTRUTIVOS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

GRACIELLE FERREIRA DE SOUZA

Orientador: Prof. Dr. Gilson Barbosa Athayde Junior

João Pessoa - Paraíba

Março de 2021

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S729i Souza, Gracielle Ferreira de.

Impacto da tensão trativa adotada no dimensionamento de rede coletora de esgoto sanitário sobre os seus custos construtivos / Gracielle Ferreira de Souza. - João Pessoa, 2021.

117 f. : il.

Orientação: Gilson Barbosa Athayde Junior.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT.

1. Sistema de esgotamento sanitário. 2. Tensão trativa mínima. 3. Rede coletora de esgoto - orçamento. 4. Rede coletora de esgoto - custos. I. Athayde Junior, Gilson Barbosa. II. Título.

UFPB/BC

CDU 628.2/3(043)

***“IMPACTO DA TENSÃO TRATIVA ADOTADA NO DIMENSIONAMENTO SOBRE OS
CUSTOS CONSTRUTIVOS DA REDE COLETORA DE ESGOTO SANITÁRIO”***

GRACIELLE FERREIRA DE SOUZA

Dissertação aprovada em 24 de março de 2021

Período Letivo: 2020.2



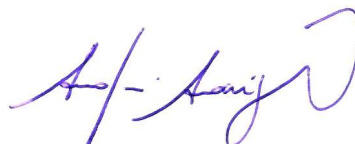
Prof. Dr. Gilson Barbosa Athayde Júnior – UFPB
Orientador



Prof. Dr. Heber Pimentel Gomes – UFPB
Examinador Interno



Prof. Dr. Leonardo Vieira Soares – UFPB
Examinador Externo



Prof. Dr. André Luis Calado Araújo – IFRN
Examinador Externo

João Pessoa/PB
2021

Dedico esta pesquisa a minha mãe Edimilde Maria Ferreira e as minhas tias, Nadja Maria de Souza e Esoelma Ferreira de Souza.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a nossa Senhora da Penha, por me capacitar e me abençoar na finalização de mais um ciclo em busca dos meus sonhos.

Agradeço a minha família, minha base, em especial a minha mãe Edimilde, por ser meu exemplo de força e superação, ao meu pai Gildo, as minhas tias, Nadja e Esoelma, e minha prima Rayane que sempre estiveram comigo dando força, amor e incentivando os meus estudos.

Ao meu orientador Gilson Athayde, por ser o meu espelho como educador, agradeço-lhe por toda orientação, conselhos, paciência e aprendizados ao longo desses últimos dois anos.

A UFPB, professores e funcionários, em especial ao professor Leonardo Soares, por toda colaboração durante a concepção deste trabalho.

A Mayara Mesquita por todo auxílio, dicas e contribuições no delineamento desta pesquisa.

Aos meus amigos Dayane, Byanca, Ana Cecília, Graziela, Samara, Cindy e Matheus pelos muitos momentos de alegrias e de aperreios, de muitas conversas, conselhos e companheirismo. Vocês exerceram papéis importantes nesta conquista.

Aos professores Heber Pimentel e André Calado, que se dispuseram a participar da banca examinadora.

Ao CNPq e CAPES pelo apoio financeiro no projeto que proporcionou o desenvolvimento desta pesquisa.

RESUMO

No Brasil, existe um déficit nos serviços de coleta e tratamento de esgotos, e para que ocorra a universalização dos sistemas de esgotamento sanitário, fazem-se imprescindíveis investimentos em infraestrutura. No entanto, um dos principais obstáculos para expansão do sistema de esgotamento sanitário no país é o alto custo da implantação da rede coletora de esgoto. Um parâmetro de projeto que pode influenciar nos custos da rede coletora de esgotos é a tensão trativa. Nesse sentido, esta pesquisa objetivou-se analisar os efeitos da adoção de valores mínimos de tensão trativa para o dimensionamento de rede coletora de esgoto sanitário sobre os custos associados para variados cenários topográficos. Para efeito de estudo, com o auxílio do *software* CEsg, foi realizado o dimensionamento de 50 cenários, com traçados idênticos da rede coletora e com diferentes configurações de topografia e tensão trativa mínima. Os resultados indicaram que o diâmetro dos coletores se manteve constante com a variação da tensão trativa, atingindo o valor mínimo de 150 mm e que não existe diferença de custo entre as tensões trativas 0,6 e 1,0 Pa para todos os cenários estudados. Verificou-se que a partir da tensão trativa de 1,0 Pa, o custo apresentou crescimento com o aumento da tensão trativa adotada em projeto, sendo que para áreas mais acidentadas, o acréscimo no custo expressou-se irrisório. De uma forma geral, constatou-se que a tensão trativa e a topografia exercem papéis determinantes no custo; quanto maior o valor da tensão e quanto menor a declividade da área, maior é o custo de implantação da rede coletora de esgoto. Contudo, em terrenos com topografias mais íngremes, admite-se o uso de tensão trativa superiores ao sugerido por norma, no mais que 3,0 Pa, com incidência mínima de custos adicionais em relação ao valor de 0,6 ou 1,0 Pa.

Palavras-chave: Sistema de esgotamento sanitário. Profundidade. Declividade. Tensão trativa mínima. Orçamento.

ABSTRACT

In Brazil, there is a deficit in sewage collection and treatment services and for the universalization of sewage systems, investments in infrastructure are essential. However, one of the main obstacles to the expansion of the sewage system in the country is the high cost of implementing the sewage collection network. A design parameter that can influence the costs of the sewage collection network is the shear stress. In this sense, this research aims to analyze the effects of the adoption of minimum values of tension for the dimensioning of the sewage collection network on the associated costs for various topographic scenarios. For the purpose of study, with the aid of the CEsg software, 50 scenarios were designed, with identical traces of the collecting network and with different configurations of topography and minimum shear stress. The results indicated that the diameter of the collectors remained constant with the variation of the tensile stress, reaching the minimum value of 150 mm and that there is no difference in cost between the 0.6 and 1.0 Pa shear stresses for all the studied scenarios. It was found that from the 1.0 Pa shear tension, the cost increased with the increase in the tractive tension adopted in the project, and for more rugged areas, the increase in cost was expressed as negligible. In general, it was found that the shear tension and the topography play determinant roles in the cost, the higher the value of the tension and the lower the slope of the topography, the greater the cost of implementing the sewage collection network. However, in terrains with steeper topographies, the use of shear tension higher than that suggested by the standard is allowed, in more than 3.0 Pa, with a minimum incidence of additional costs in relation to the value of 0.6 Pa or 1.0 Pa.

Keywords: Sewerage system. Depth. Declivity. Minimum shear stress. Budget.

SUMÁRIO

| | | |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 17 |
| 2 | OBJETIVOS..... | 19 |
| 2.1 | OBJETIVO GERAL | 19 |
| 2.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 19 |
| 3 | REFERENCIAL TEÓRICO | 20 |
| 3.1 | SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO | 20 |
| 3.1.1 | Elementos de um sistema de esgoto sanitário | 20 |
| 3.1.2 | Órgãos acessórios de redes coletoras de esgotos..... | 21 |
| 3.2 | ASPECTOS NORMATIVOS PARA DIMENSIONAMENTO E CONSTRUÇÃO DE REDE COLETORA DE ESGOTOS SANITÁRIOS | 22 |
| 3.3 | PROJETO DE REDES COLETORAS DE ESGOTO SANITÁRIO | 23 |
| 3.4 | CRITÉRIO DA TENSÃO TRATIVA..... | 26 |
| 3.5 | PROCESSOS CONSTRUTIVOS DE UMA REDE COLETORA | 27 |
| 3.6 | ORÇAMENTO | 27 |
| 3.6.1 | Custos para execução de redes coletoras de esgoto..... | 28 |
| 3.6.2 | Influência da topografia e tensão trativa no custo de execução da rede coletora | 29 |
| 4 | MATERIAIS E MÉTODOS | 31 |
| 4.1 | LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO | 31 |
| 4.1.1 | Simulação da declividade da área..... | 32 |
| 4.1.2 | Determinação dos cenários..... | 34 |
| 4.2 | PARÂMETROS DE CÁLCULO PARA CONTRIBUIÇÕES DE ESGOTO..... | 35 |

| | | |
|-------|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.1 | População do loteamento..... | 35 |
| 4.2.2 | Consumo efetivo per capita (<i>qe</i>)..... | 35 |
| 4.3 | CONCEPÇÃO DO PROJETO | 36 |
| 4.3.1 | Estudo do traçado da rede coletora..... | 36 |
| 4.3.2 | DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA | 38 |
| 4.4 | ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO | 41 |
| 4.5 | CONCEPÇÃO DAS PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS..... | 42 |
| 4.5.1 | Levantamento de quantitativos de serviços | 42 |
| 4.5.2 | Levantamento e elaboração de composições de preço unitário..... | 44 |
| 4.5.3 | Análise dos custos unitários | 46 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 48 |
| 5.1 | CONCEPÇÃO DAS TOPOGRAFIAS..... | 48 |
| 5.2 | ANÁLISE GEOMÉTRICA – TRAÇADO DAS REDES E DISPOSITIVOS EMPREGADOS | 49 |
| 5.3 | ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO | 50 |
| 5.4 | ANÁLISE DAS PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS..... | 53 |
| 5.4.1 | Quantitativos de serviços..... | 53 |
| 5.4.2 | Custos diretos dos serviços..... | 55 |
| 6 | CONCLUSÕES..... | 59 |
| 7 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 60 |
| | APÊNDICES | 64 |
| | Apêndice A - Ampliação dos padrões topográficos..... | 68 |
| | Apêndice B - Projeto de esgotamento sanitário referente ao cenário 1 | 69 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Apêndice C – Planilha Padrão – Orçamento Analítico (Composições Próprias) | 70 |
| Apêndice D – Planilha Padrão – Orçamento Sintético (Solo de 1ª categoria)..... | 73 |
| Apêndice E – Planilha Padrão – Orçamento Sintético (Solo de 2ª categoria) | 76 |
| Apêndice F – Resultado do dimensionamento hidráulico (Cenário 1) | 78 |
| Apêndice G - Quantitativo dos serviços referentes as etapas de movimento de terra e escoramento de vala | 87 |
| Apêndice H - Custos dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (PARAÍBA) | 88 |
| Apêndice I – Custos total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (PARAÍBA)..... | 89 |
| Apêndice J – Comparação do custo total em relação ao custo menor para cada tensão trativa - Solo de 1ª categoria (PARAÍBA) | 90 |
| Apêndice K – Comparação do custo total em relação ao cenário mais vantajoso - Solo de 1ª categoria (PARAÍBA)..... | 90 |
| Apêndice L - Custos dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (AMAZONAS)..... | 91 |
| Apêndice M - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (AMAZONAS)..... | 92 |
| Apêndice N - Comparação do custo total em relação ao custo menor para cada tensão trativa - Solo de 1ª categoria (AMAZONAS) | 93 |
| Apêndice O - Comparação do custo total em relação ao cenário mais vantajoso - Solo de 1ª categoria (AMAZONAS)..... | 93 |
| Apêndice P - Custos dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (SÃO PAULO)..... | 94 |
| Apêndice Q - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (SÃO PAULO) | 95 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Apêndice R - Comparação do custo total em relação ao custo menor para cada tensão trativa - Solo de 1ª categoria (SÃO PAULO) | 96 |
| Apêndice S - Comparação do custo total em relação ao cenário mais vantajoso - Solo de 1ª categoria (SÃO PAULO) | 96 |
| Apêndice T - Custos dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (RIO GRANDE DO SUL) | 97 |
| Apêndice U - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (RIO GRANDE DO SUL)..... | 98 |
| Apêndice V - Comparação do custo total em relação ao custo menor para cada tensão trativa - Solo de 1ª categoria (RIO GRANDE DO SUL)..... | 99 |
| Apêndice W - Comparação do custo total em relação ao cenário mais vantajoso - Solo de 1ª categoria (RIO GRANDE DO SUL)..... | 99 |
| Apêndice X - Custos dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (GOIÁS) | 100 |
| Apêndice Y - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (GOIÁS) | 101 |
| Apêndice Z - Comparação do custo total em relação ao custo menor para cada tensão trativa - Solo de 1ª categoria (GOIÁS)..... | 102 |
| Apêndice AA - Comparação do custo total em relação ao cenário mais vantajoso - Solo de 1ª categoria (GOIÁS) | 102 |
| Apêndice AB - Custos dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (PARAÍBA)..... | 103 |
| Apêndice AC - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (PARAÍBA) | 104 |
| Apêndice AD - Comparação do custo total em relação ao custo menor para cada tensão trativa - Solo de 2ª categoria (PARAÍBA) | 105 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Apêndice AE - Comparação do custo total em relação ao cenário mais vantajoso - Solo de 2ª categoria (PARAÍBA) | 105 |
| Apêndice AF - Custos dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (AMAZONAS)..... | 106 |
| Apêndice AG - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (AMAZONAS)..... | 107 |
| Apêndice AH - Comparação do custo total em relação ao custo menor para cada tensão trativa - Solo de 2ª categoria (AMAZONAS) | 108 |
| Comparação do custo total em relação ao cenário mais vantajoso - Solo de 2ª categoria (AMAZONAS)..... | 108 |
| Apêndice AJ - Custos dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (SÃO PAULO) | 109 |
| Apêndice AK - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (SÃO PAULO) | 110 |
| Apêndice AL - Comparação do custo total em relação ao custo menor para cada tensão trativa - Solo de 2ª categoria (SÃO PAULO) | 111 |
| Apêndice AM - Comparação do custo total em relação ao cenário mais vantajoso - Solo de 2ª categoria (SÃO PAULO) | 111 |
| Apêndice AN - Custos dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (RIO GRANDE DO SUL)..... | 112 |
| Apêndice AO - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (RIO GRANDE DO SUL)..... | 113 |
| Apêndice AP - Comparação do custo total em relação ao custo menor para cada tensão trativa - Solo de 2ª categoria (RIO GRANDE DO SUL)..... | 114 |
| Apêndice AQ - Comparação do custo total em relação ao cenário mais vantajoso - Solo de 2ª categoria (RIO GRANDE DO SUL)..... | 114 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Apêndice AR - Custos dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (GOIÁS) | 115 |
| Apêndice AS - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (GOIÁS) | 116 |
| Apêndice AT - Comparação do custo total em relação ao custo menor para cada tensão trativa - Solo de 2ª categoria (GOIÁS)..... | 117 |
| Apêndice AU - Comparação do custo total em relação ao cenário mais vantajoso - Solo de 2ª categoria (GOIÁS) | 117 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Etapas para a realização de um projeto de uma rede coletora de esgoto. | 24 |
| Figura 2 - Localização da área de estudo | 31 |
| Figura 3 - Arruamento da área de estudo | 32 |
| Figura 4 - Levantamento altimétrico e delimitação da área de estudo | 33 |
| Figura 5 - Delineamento da rede de esgoto | 38 |
| Figura 6 - Delimitação das sub-bacias de contribuição | 38 |
| Figura 7 - Dados gerais para cálculo: dados de consumo | 39 |
| Figura 8 - Dados gerais para cálculo: dados gerais | 40 |
| Figura 9 - Dados gerais para cálculo: critérios de cálculo..... | 41 |
| Figura 10 - Quantitativo do cenário 1 no CEsg | 43 |
| Figura 11 - Disposição das declividades nas topografias em estudo..... | 49 |
| Figura 12 - Análise comparativa das profundidades médias das redes coletoras..... | 52 |
| Figura 13 - Comportamento dos quantitativos a medida do crescimento da tensão trativa mínima: a) Etapa de serviço – Movimento de terra e b) Etapa de serviço – Escoramento de vala | 54 |
| Figura 14 - Custos relativo entre estados brasileiros para o solo de 1ª e 2ª categoria..... | 57 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Determinação da população da área de estudo..... | 35 |
| Tabela 2 - Consumo efetivo per capita de água..... | 36 |
| Tabela 3 - Profundidades médias dos cenários..... | 51 |
| Tabela 4 - Comparação do crescimento das profundidades média em relação ao cenário 22 . | 52 |
| Tabela 5 - Profundidades máximas dos cenários..... | 53 |
| Tabela 6 - Comparação do quantitativo dos serviços do cenário 22 em relação aos demais cenários | 55 |
| Tabela 7 - Valores ótimos para a tensão trativa a serem adotados em projeto..... | 56 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 - Classificação dos relevos brasileiros | 34 |
| Quadro 2 - Configuração dos cenários | 35 |
| Quadro 3 - Convenção do escoramento de vala inserida no CEsg..... | 44 |
| Quadro 4 - Delineamento das composições próprias | 46 |
| Quadro 5 - Classificação do relevo das topografias em estudo | 48 |

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Lei Federal 11.445/2007, o saneamento básico é definido como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais que compreendem o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos e a drenagem e o manejo de águas pluviais (BRASIL, 2007). O esgotamento sanitário abrange as etapas de coleta, transporte, tratamento e disposição final dos esgotos sanitários.

As ações de saneamento são instrumentos facilitadores da promoção da saúde da população e aumento da qualidade de vida. No entanto, no Brasil existe um déficit nos serviços de coleta e tratamento de esgotos, em que, segundo o estudo elaborado pelo Ministério do Desenvolvimento Regional, no ano de 2018, constatou-se que apenas 53,2% da população brasileira era atendida por rede coletora de esgoto, dos quais apenas 21,7% dos esgotos coletados eram tratados (BRASIL, 2019a).

Dessa maneira, para que ocorra a universalização dos sistemas de esgotamento sanitário no Brasil, é imprescindível o investimento em infraestrutura. Assim, o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) apresenta uma meta de construção de redes coletoras de esgoto, onde até o ano de 2033, almeja-se alcançar 92% do esgotamento sanitário no Brasil, considerando as áreas urbanas e rurais (BRASIL, 2019b). Segundo o PLANSAB, o total de investimentos até o ano mencionado é de aproximadamente 181 bilhões para os sistemas de esgoto. No entanto, os altos custos associados aos sistemas de esgotamento sanitário têm se expressado um dos principais fatores limitantes para a implantação desses sistemas (IZQUIERDO et al., 2008).

Segundo Ferreira (2013), ao analisar os custos de implantação para a rede coletora apresentado pelo Ministério das Cidades no ano de 2008, demonstrou-se que a rede coletora de esgoto apresenta uma média de 43% do custo global para implantação. No delineamento do custo de uma rede coletora de esgoto, o estudo de Tsutiya e Alem Sobrinho (2000) citam que os serviços de poços de visita, reposição de pavimentos, escoramento, escavação e reaterro de valas, possuem maior peso no custo total. Os três últimos serviços estão concatenados à profundidade da rede, que por sua vez está relacionada ao valor mínimo da tensão trativa adotado para o dimensionamento da rede na fase de projeto.

A tensão trativa tem papel significativo no dimensionamento da rede coletora de esgoto, em relação à durabilidade dos coletores, no que diz respeito à autolimpeza dos condutores e influência no controle dos sulfetos. A norma NBR 9649 (ABNT, 1986b), recomenda a tensão trativa mínima de 1,0 Pa para condutores de concreto ou cerâmica,

enquanto que a norma NBR 14486 (ABNT, 2000), recomenda o valor de 0,6 Pa para tubos de PVC. Quanto maior a tensão trativa, melhores são as condições de autolimpeza da rede coletora de esgotos.

Diante do exposto, a realização de estudos que visam encontrar um valor ótimo de tensão trativa, aqui definido como sendo o maior valor sem que haja aumento expressivo de custos associados à construção da rede, é de grande relevância para proporcionar melhor funcionamento e durabilidade dos condutores sem acréscimos nos investimentos necessários. Desta forma, este trabalho tem a finalidade de analisar os efeitos da adoção de valores mínimos de tensão trativa quando do dimensionamento de rede coletora de esgoto sanitário sobre os custos associados para variados cenários topográficos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar os efeitos da adoção de valores mínimos de tensão trativa no dimensionamento de rede coletora de esgoto sanitário sobre os custos associados para variados cenários topográficos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apontar o maior valor de tensão trativa mínima para o dimensionamento de rede coletora de esgotos sanitários para otimização dos custos envolvidos;
- Avaliar a influência exercida pelas alterações da topografia e da categoria do solo sobre o custo de construção de redes coletoras de esgoto sanitário.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Segundo Bezerra (2011), define-se sistemas de esgotamento sanitário (SES) como conjunto de obras, instalações e serviços, destinados à coleta, transporte, tratamento e destinação dos efluentes, oriundos de diversas atividades. A implantação de sistemas de esgotamento sanitário destaca-se pela importância da correta disposição e tratamento do esgoto sanitário, na conservação do meio ambiente e na preservação da saúde pública, visto que a descarga inadequada de esgoto resulta na degradação da qualidade ambiental e propagação de diversas doenças ao ser humano (BEZERRA, 2011).

Os sistemas de esgotamento sanitário se classificam em três tipos principais: sistema de esgotamento unitário (sistema combinado), sistema de esgotamento separador parcial (misto) e sistema de esgotamento separador absoluto (TSUTIYA; ALEM SOBRINHO, 2000). No Brasil, atualmente, devido as suas condições climatológicas, utiliza-se como referência o sistema de esgotamento separador absoluto, nos quais os sistemas de esgotamento sanitário e os sistemas de drenagem urbana são totalmente independentes.

Em relação a cobertura dos serviços de coleta e tratamento de esgoto, o país está marcado por uma grande desigualdade e por um grande déficit ao acesso (LEONETI; PRADO; OLIVEIRA, 2011; SILVA; MOREJON; LESS, 2014). De acordo com a Pesquisa Nacional do Saneamento Básico (PNSB), realizada em 2017, revela que apenas 60,31% dos municípios brasileiros são contemplados com rede de esgotamento sanitário, com crescimento de 5,11% de 2008 para 2017 (IBGE, 2017). Sendo necessário um forte empenho e grande investimento para a universalização do saneamento no Brasil (DANTAS et al., 2012).

Além da carência dos serviços de esgotamento sanitário no país, Saiani (2007) relata a existência de desequilíbrio inter-regional de acesso aos serviços, tendo a região Sudeste a maior cobertura do serviço, e o Norte, com a menor proporção de municípios atendidos com coleta e tratamento de esgoto, embora nenhuma região possua índices ideais.

3.1.1 Elementos de um sistema de esgoto sanitário

O sistema de esgoto sanitário é composto por estruturas caracterizadas por redes coletoras, dispositivos de bombeamento e estações de tratamento, definidas a seguir:

- **Rede coletora:** é o conjunto constituído por tubulações (coletores) e órgãos acessórios (dispositivos fixos), em que as tubulações principais recebem a contribuição predial em qualquer ponto ao longo de seu comprimento.
 - Ligação predial: é uma parte da tubulação coletora predial compreendida entre o limite do terreno e o coletor de esgoto secundário (NUVOLARI, 2011);
 - Coletor secundário: são os coletores que recebem diretamente as ligações prediais em qualquer ponto da sua extensão (NUVOLARI, 2011; PEREIRA; SOARES, 2006);
 - Coletor primário: são tubulações que recebem ou transportam contribuições de esgoto de ligações prediais e de coletores secundários. Podem ser definidos como coletor tronco, quando recebe apenas as contribuições de outros coletores secundários, e coletor principal, quando é o coletor de maior extensão dentro de uma mesma bacia (NUVOLARI, 2011; PEREIRA; SOARES, 2006);
- **Interceptor:** “canalização que recebe coletores ao longo do seu comprimento, não recebendo ligações prediais diretas” (TSUTIYA; ALEM SOBRINHO, 2000, p. 6);
- **Emissário:** é a tubulação que recebe esgoto exclusivamente na extremidade de montante e o lança a um destino conveniente (estação de tratamento - ETE, estação elevatória de esgoto - EEE ou corpo receptor) (NUVOLARI, 2011);
- **Sifão invertido:** é a tubulação destinada à transposição de obstáculo de esgoto, com escoamento sob pressão (TSUTIYA; ALEM SOBRINHO, 2000);
- **Estação elevatória:** “é o conjunto de instalações destinadas a transferir os esgotos de uma cota mais baixa para outra mais alta” (TSUTIYA; ALEM SOBRINHO, 2000, p. 6);
- **Estação de tratamento:** “conjunto de instalações destinadas à depuração dos esgotos, antes de seu lançamento” (TSUTIYA; ALEM SOBRINHO, 2000, p. 6);
- **Corpo de água receptor:** “corpo de água onde são lançados os esgotos” (TSUTIYA; ALEM SOBRINHO, 2000, p. 6).

3.1.2 Órgãos acessórios de redes coletoras de esgotos

Segundo Tsutiya e Alem Sobrinho (2000), os órgãos acessórios são dispositivos colocados nos pontos singulares dos condutos, como curvas e pontos de afluição de tubulações com a finalidade de evitar ou minimizar entupimentos. De acordo com a norma

NBR 9649 (ABNT, 1986b), os acessórios devem ser alocados ao longo da rede de esgoto quando houver mudanças de direção, declividade, diâmetro e material, na existência de degraus, nos pontos de singularidades, no início e na reunião de coletores.

Os dispositivos se classificam como, poço de visita (PV); tubo de inspeção e limpeza (TIL); terminal de limpeza (TL); caixa de passagem (CP); tubo de queda (TQ) e degrau (DG), delineados abaixo:

- **Poço de visita (PV):** é uma câmara visitável destinada a execução de trabalhos de manutenção, que devem ser alocados a uma distância máxima a 100 m entre os poços (ABNT, 1986b);
- **Tubo de inspeção e limpeza (TIL):** é um dispositivo não visitável que permite inspeção visual e introdução de equipamento de limpeza. E pode substituir o PV em profundidade de até 3,0 m, na reunião de coletores (até três entradas e uma saída), nos pontos com degrau de altura inferior (0,50 – 0,60) m e a jusante de ligações prediais (ABNT, 1986b; RODRIGUES, 2006);
- **Terminal de limpeza (TL):** é o dispositivo não visitável, que viabiliza a inclusão de equipamentos de limpeza, localizado na cabeceira de qualquer coletor e pode substituir o PV apenas no início de coletores (local chamado de ponta seca) (ABNT, 1986b);
- **Caixa de passagem:** é uma câmara sem acesso localizadas em pontos singulares da rede coletora (curvas, mudanças de declividade, direção, diâmetro ou material) e permite a passagem de equipamento para limpeza do trecho a jusante;
- **Tubo de queda (TQ):** é uma tubulação instalada na extremidade de jusante de um coletor, que conecta um coletor afluente em cota mais alta, ao fundo do poço de visita. Este dispositivo auxiliar deve ser instalado quando o coletor afluente possuir uma diferença de nível, maior ou igual a 0,50 m, em relação ao fundo do PV, com a finalidade de evitar possíveis vazamentos que prejudiquem os trabalhos de manutenção no poço (ABNT, 1986b).

3.2 ASPECTOS NORMATIVOS PARA DIMENSIONAMENTO E CONSTRUÇÃO DE REDE COLETORA DE ESGOTOS SANITÁRIOS

Para a concepção de uma rede coletora de esgotos sanitários é necessário seguir a normatização técnica brasileira elaborada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas

(ABNT). Dessa maneira, as principais normas relacionadas à elaboração de projetos e execução de obras de esgotamento sanitário são:

- **NBR 9648:1986** - Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário - Procedimento
- **NBR 9649:1986** - Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário
- **NBR 9814:1987** - Execução de rede coletora de esgoto sanitário - Procedimento
- **NBR 12207:1992** - Projeto de interceptores de esgoto sanitário
- **NBR 12208:1992** - Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário
- **NBR 12266:1992** - Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água esgoto ou drenagem urbana - Procedimento
- **NBR 14486:2000** - Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário - Projeto de redes coletoras com tubos de pvc.

3.3 PROJETO DE REDES COLETORAS DE ESGOTO SANITÁRIO

Segundo Tsutiya e Alem Sobrinho (2000), a primeira fase de um projeto de esgotamento sanitário é a concepção do sistema, que abrange diagnosticar o sistema existente (visão atual e futura), identificando e quantificando todos os fatores que possam intervir, estabelecer os parâmetros e diretrizes de projeto, elaborar pré-dimensionamento das unidades dos sistemas, bem como estimar quantidade de serviços necessários para serem executados, além de escolher a alternativa mais adequada por meio de comparações técnicas, econômicas e ambientais.

Ferreira (2013) ressalta a importância das normas NBR 9648 (ABNT, 1986a), NBR 9649 (ABNT, 1986b) e NBR 14486 (ABNT, 2000), que reúnem as condições exigíveis no estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário do tipo separador permitindo o desenvolvimento do projeto em sua totalidade. De uma forma geral, pode-se observar na Figura 1, as etapas para a realização do dimensionamento de um projeto de uma rede coletora.

Figura 1 - Etapas para a realização de um projeto de uma rede coletora de esgoto.



De acordo com Telles (2014), com base no comprimento total da rede, a população a ser esgotada em início e fim de plano e os parâmetros de consumo de água, como per capita, coeficiente de máxima vazão diária K_1 , coeficiente de máxima vazão horária K_2 , o coeficiente de retorno e com a taxa de infiltração, determina-se a vazão de coleta linear para início e final de plano, assumida uniforme ao longo de cada trecho. As vazões calculadas nos trechos propagam-se das cabeceiras para as pontas, até atingir seu maior valor no trecho mais próximo ao ponto final da rede. Desta forma, com as vazões de início e fim de plano para cada trecho calcula-se o diâmetro, a declividade, tensão trativa e a velocidade crítica ao longo do escoamento (TELLES, 2014).

No processo de dimensionamento de redes coletoras de esgoto, os parâmetros de projeto devem ser definidos visando promover condições adequadas para o funcionamento do sistema e, conseqüentemente, a redução de situações prospectas que reduzam a capacidade hidráulica do canal.

O acúmulo de partículas em tubulações transportadoras de efluentes é um dos fatores que prejudicam a eficiência destes sistemas (MONTES et al., 2017). Esta sedimentação está diretamente relacionada à velocidade do fluido, tensão de cisalhamento, características do canal (forma, tamanho, rugosidade) e particularidades do material transportado (CAMPISANO, 2019). Dessa maneira, Tsutiya e Alem Sobrinho (2000), destacam que o projeto hidrossanitário das tubulações de esgoto deve considerar três aspectos relevantes:

a) Hidráulico: Esse aspecto se relaciona com as vazões máximas e mínimas levadas em consideração no projeto, que deverão ser transportadas de forma eficiente, ressaltando que as tubulações devem funcionar como condutos livres.

b) Controle de sulfetos de hidrogênio: Nesse aspecto, deverão ser avaliadas as circunstâncias que ocasionam reações bioquímicas resultantes de acúmulo de resíduo sólido no fundo da tubulação.

c) Ação de autolimpeza: Está relacionado a deposição de materiais sólidos no tubo, o qual torna-se condição crítica para o surgimento de problemas, de forma que deverá ser propiciado condições específicas para o esgoto fluir por meio da gravidade.

Desta forma, um dos requisitos que devem ser atendidos é o escoamento adequado do fluido, por meio da autolimpeza da tubulação (RECESA, 2008). Para Butler, May e Ackers (2003), a eficiência de uma rede coletora autolimpante está relacionada à capacidade da tubulação em escoar sedimentos de forma suficiente, desde que exista uma profundidade adequada para a deposição de sedimentos. Interpretando a visão dos autores Butler, May e Ackers (2003), Safari et al. (2017) afirma que a autolimpeza do canal deve atender a pelo menos um dos dois critérios definidos:

a) a velocidade do fluxo deve promover a remoção dos materiais depositados no fundo do canal;

b) não deve haver deposição de sedimentos no fundo do canal.

Nesse contexto, um ponto que deve ser observado é que as áreas com pouca declividade tendem a apresentar redução da capacidade de transporte do efluente. Esse fato pode acabar contribuindo para o surgimento de sulfeto de hidrogênio o qual, ao longo do tempo, corrói as paredes das tubulações, além de possuir elevada toxidez prejudicial à vida humana (MACHADO NETTO; TSUTIYA, 1985; QUEIROZ et al., 2018).

Em relação às topografias com declividades acentuadas, nota-se um acréscimo expressivo da velocidade no conduto resultante da ação da gravidade. Tsutiya e Alem Sobrinho (2000) explicam que esse aumento da velocidade pode originar bolhas de ar em meio ao efluente e resultar em um aumento da altura da lâmina de água, comprometendo o pressuposto de escoamento permanente e uniforme para a possibilidade de um conduto forçado sob pressão, comprometendo, assim, o funcionamento da rede coletora.

Segundo Pereira e Soares (2006), para o dimensionamento das redes coletoras, admitia-se até 1986 a utilização do critério da velocidade de autolimpeza para enfrentar o

problema de deposição de materiais sólidos no fundo do tubo. Tal critério é embasado pela observância de uma velocidade mínima admissível que propicie o arraste do esgoto.

Entretanto, através da promulgação da NBR 9649/86 foi estabelecida a utilização do critério da tensão trativa em substituição ao critério da velocidade de autolimpeza, uma vez que se trata de uma força hidrodinâmica que age nas paredes da tubulação como mecanismo direto do arraste de esgoto (TSUTIYA E ALEM SOBRINHO, 2000).

3.4 CRITÉRIO DA TENSÃO TRATIVA

Atualmente, para o dimensionamento das tubulações, é utilizado o critério de tensão trativa ou tensão de arraste, que por sua vez, é caracterizada como uma tensão tangencial exercida sobre a parede do conduto pelo líquido escoado, atuando sobre o material sedimentado, promovendo o seu arraste.

Segundo a norma NBR 9649 (ABNT, 1986b), a tensão trativa é dada pela equação 1, que representa um valor médio da tensão ao longo do perímetro molhado do conduto.

$$\sigma = \gamma R_H I \quad (1)$$

Onde:

σ : Tensão Trativa média (Pa);

γ : peso específico do líquido, 10^4 (N/m³);

R_H : Raio hidráulico (m);

I : declividade da tubulação (m/m).

O parâmetro de tensão trativa mínima tem sua importância na durabilidade das redes coletoras, com o controle da sedimentação de partículas depositadas na geratriz inferior das tubulações, evitando incrustações nesses coletores e, na formação de sulfetos de hidrogênio (H₂S), composto esse que pode provocar corrosão nas tubulações e exalação de gases malcheirosos.

Segundo o estudo de Machado Netto e Tsutiya (1985), a utilização de tensão trativa de 1,5 Pa no dimensionamento de coletores com diâmetro acima de 500 mm, apresentou inibição na formação de sulfetos. No entanto, para dimensionamento de rede coletora de esgotos, a norma NBR 9649 (ABNT, 1986b) admite tensão trativa mínima de 1,0 Pa, para condutores de concreto ou cerâmica ($n=0,013$) e a norma NBR 14486 (ABNT, 2000), recomenda o valor de 0,6 Pa para tubos de PVC ($n=0,010$).

No dimensionamento de uma rede coletora de esgoto, se por um lado, a utilização de valores de tensão trativa mínima superiores aos sugeridos pelas normas vigentes, podem resultar em melhor funcionamento da mesma em termos de autolimpeza e inibição da formação de sulfetos, por outro, podem resultar em maiores custos. A possibilidade de aumento de custo está relacionada ao aumento das profundidades das valas do projeto, visto que na equação 1, a tensão trativa é proporcional a inclinação.

3.5 PROCESSOS CONSTRUTIVOS DE UMA REDE COLETORA

A construção da rede coletora de esgoto consiste em uma obra civil que requer uma série de etapas e procedimentos para o bom desenvolvimento das atividades, a fim de que o projeto seja executado da melhor maneira (PEREIRA; SOARES, 2006).

A construção da rede coletora de esgoto sempre irá depender de projeto previamente elaborado, que deverá seguir a NBR 9649/1986 – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Este projeto deve conter as informações da concepção do sistema de esgotamento, desenhos, dimensionamento hidráulico e especificações.

Nesse sentido, o processo construtivo é delineado em etapas de serviços, tais como: sinalização da obra, sendo esse um serviço preliminar, e instalação da rede coletora que abrange as etapas de remoção de pavimentos, escavação, escoramento, esgotamento, assentamento do coletor e dos órgãos acessórios, reaterro e compactação do solo (FERREIRA, 2013).

Em relação aos tipos de materiais utilizados, segundo Tsutiya e Alem Sobrinho (2000), e Ferreira (2013), os sistemas de coleta e transporte de esgoto têm sido executados em tubos cerâmico, concreto, plástico, ferro fundido e aço. Os autores ainda apresentam os seguintes critérios a serem observados, na definição do material: resistência a cargas externas, resistência à abrasão e ao ataque químico, facilidade de transporte, disponibilidade de diâmetros necessários, custo do material, custo de transporte e custo de assentamento.

3.6 ORÇAMENTO

O orçamento é caracterizado pela determinação dos custos necessários para a realização de um projeto, composto por composições e insumos que retratam os métodos construtivos.

O processo de orçar é baseado na estimativa de custos prováveis de serviços para a implantação de um empreendimento, sendo assim se torna um fator crítico, já que determina a viabilidade técnica e financeira da execução de uma obra. Dado o seu papel relevante na construção civil, é de grande importância o nível de detalhamento do projeto a executar, de modo que o orçamento se torne preciso ao transmitir o valor final da obra.

No cenário brasileiro são utilizadas três metodologias para elaboração de estimativas de custos, como o Custo Unitário Básico (CUB), o Modelo Paramétrico de Custo e o Orçamento Detalhado (OTERO, 1998; MARCHIORI, 2009 apud AZEVEDO et al., 2011). A terceira é caracterizada por um orçamento analítico ou sintético, que constitui a forma mais detalhada de prever o custo da obra, através de composições de custos unitários que considera a mão de obra, material e equipamento para execução dos serviços (MATTOS, 2006).

3.6.1 Custos para execução de redes coletoras de esgoto

O percentual dos custos das redes coletoras no conjunto dos sistemas de esgotamento sanitário pode ser observado nos estudos de Tsutiy e Alem Sobrinho (2000) que redes de esgotos representam cerca de 75% do custo de implantação de um sistema de esgoto sanitário, as estações de tratamento, 14%, os coletores tronco, 10% e as elevatórias, 1% e no estudo de Ferreira (2013) relata que a rede coletora de esgoto apresenta uma média de 43% do custo global para implantação do sistema.

No que se refere a execução das redes coletoras de esgoto, o seu custo é composto pelos principais serviços como, remoção do pavimento, escavação, escoramento, assentamento da tubulação, ligação predial, reaterro, compactação do solo e reposição do pavimento.

Segundo Tsutya e Alem Sobrinho (2000), os fatores de maior peso no custo total, pela ordem, em uma obra de esgotamento sanitário são: escoramento de valas, poços de visita, escavação de valas, reaterro de valas e reposição de pavimentos. O escoramento, escavação e reaterro das valas estão relacionados à profundidade da rede, sendo que a execução de valas representa aproximadamente 61,2% do custo total de uma obra.

Assim como Tsutya e Alem Sobrinho (2000), o autor Bezerra (2011) também destaca que o item escavação das valas e seus escoramentos possuem um custo bastante elevado quando comparado aos outros itens do sistema.

De acordo com Cynamon (1986), o custo dos sistemas de esgotos é encarecido com o aumento do diâmetro dos coletores. No entanto, este acréscimo de custo é desproporcional ao

aumento do diâmetro, sendo, em alguns casos, vantajoso o aumento dos diâmetros para reduzir o aprofundamento de valas, pois esta diminuição implica em menores áreas escoradas e menor volume de reaterro.

Além disso, Rodrigues (2011) menciona que os aspectos econômicos estão fortemente unidos ao conceito da tensão trativa, a qual garante que sejam mantidas as condições de autolimpeza. Nesse sentido, as fórmulas utilizadas na análise do escoamento em uma rede indicam que quanto maior o diâmetro do coletor, menor é a declividade, escavação, escoramento e reaterro.

3.6.2 Influência da topografia e tensão trativa no custo de execução da rede coletora

De acordo com Queiroz et al. (2018), as redes de esgoto que possuem topografia com declividade mais elevada apresentam resultados de tensão trativa altos e com isso satisfatórios, comprovando a influência da topografia no dimensionamento das redes coletoras. Por outro lado, as redes com topografia levemente plana em locais com declividade menos acentuada, podem ser passíveis de ocorrência de problemas mais acentuados, uma vez considerados os riscos de geração de sulfeto de hidrogênio pela falta de autolimpeza das tubulações.

Ainda de acordo com Queiroz et al. (2018), a análise comparativa das duas situações propostas aponta a tensão trativa como sendo um dos critérios mais importantes para propiciar o correto dimensionamento de redes de esgoto. A topografia assume um papel determinante sobre os resultados alcançados, devendo ser analisada com uma maior atenção em casos extremos de baixa e alta declividade por refletir respectivamente em valores baixos de tensão trativa e elevada velocidade no conduto.

Em relação aos custos, Montes et al. (2017), averiguaram a relação do custo final dos projetos de sistema de drenagem e de sistemas de esgotamento sanitário, quanto o fluxo de águas residuárias e declividade do terreno. O estudo simulou 5 cenários com declividades distintas e com valores fixados de velocidades e tensão trativa. Os resultados apresentaram que nos cenários com declividades mais acentuadas, o crescimento do custo acompanhou o aumento da tensão trativa.

No trabalho de Migliorini (2019), em 31 trechos da rede coletora estudada, a tensão trativa ficou abaixo do valor mínimo estipulado pela NBR 9649 (ABNT, 1986b) de 1,0 Pa. Dessa maneira, foi necessário o aprofundamento do coletor para atender o valor mínimo para

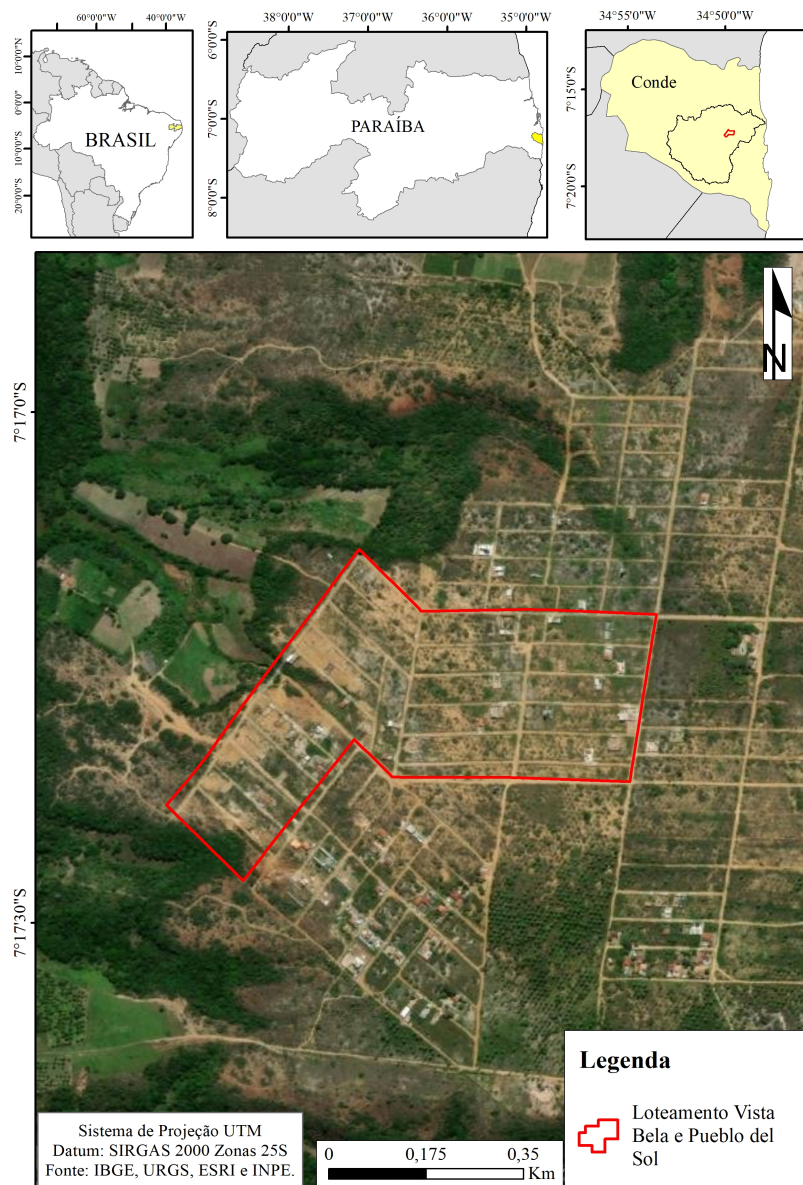
tensão trativa, acarretando custos mais elevados de implantação, porém garantindo a operação do sistema (MIGLIORINI, 2019).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

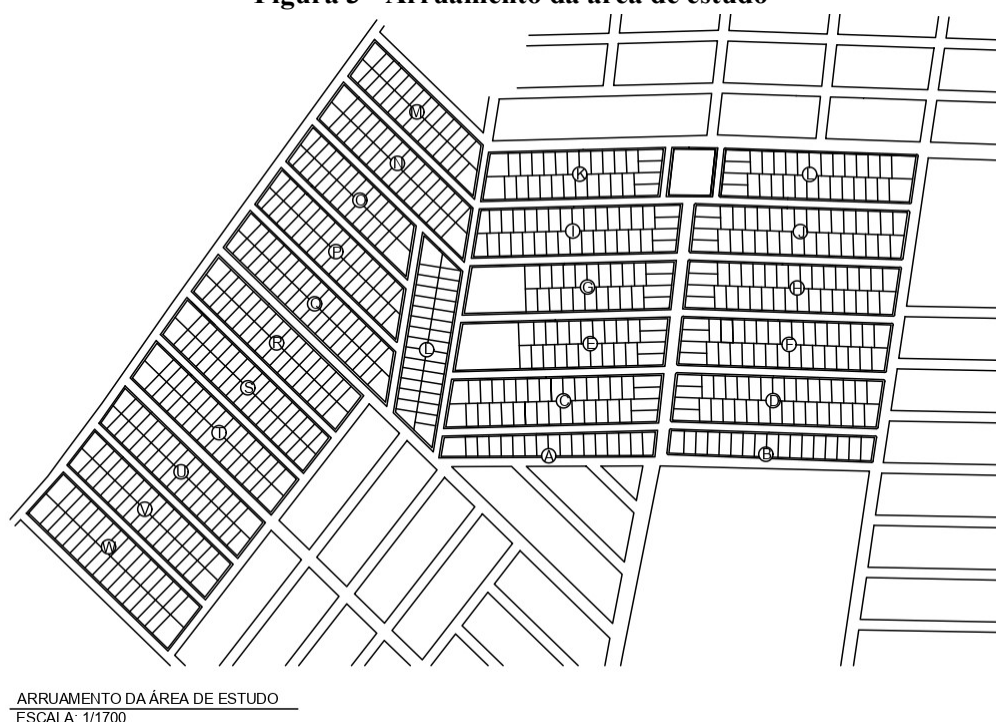
Para desenvolvimento desta pesquisa foi adotada a área na qual foram implantados os loteamentos Vista Bela e Pueblo Del Sol, no município do Conde-PB (Figura 2). Com extensão territorial de 172,94 km² (IBGE, 2020), esse município limita-se ao Norte com o município de João Pessoa; ao Sul com o município de Pitimbu; a Oeste com os municípios de Santa Rita e Alhandra, e a Leste com o Oceano Atlântico.

Figura 2 - Localização da área de estudo



A área de estudo é caracterizada por dois loteamentos com 257.926,03 m², estruturados em 24 quadras identificadas por ordem alfabética de “A” a “W”, com o total de 718 lotes, e com uso previsto do solo para empreendimentos do tipo residencial. E a partir dessa área, com sua respectiva topografia, foram simuladas outras áreas através da ampliação e redução das declividades do terreno modelo, totalizando cinco áreas de estudo com topografias distintas. A Figura 3 ilustra a conformação das quadras e ruas da região projetada.

Figura 3 - Arruamento da área de estudo



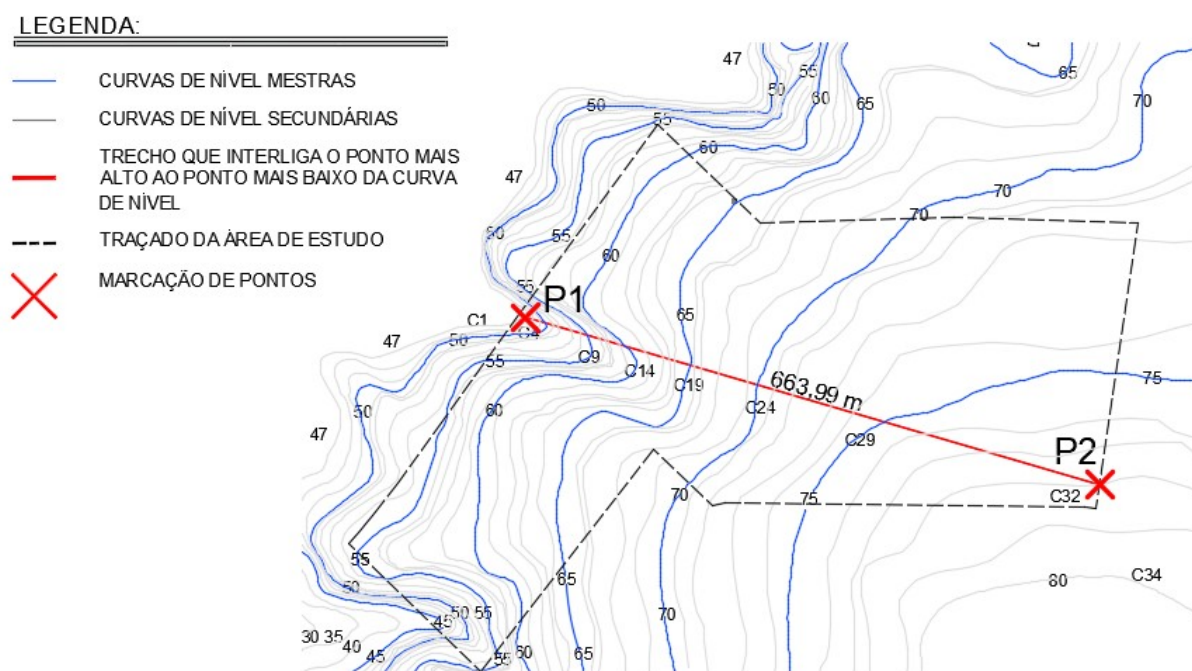
Com base em uma topografia real, foram simulados quatro modelos de terrenos que se enquadram nas cinco classes de relevo determinadas por Santos (2018) (plano, suave ondulado, ondulado e forte ondulado), caracterizando diferenças topográficas, com declividades acentuada, intermediária e plana.

4.1.1 Simulação da declividade da área

Delimitou-se, inicialmente, a área habitada do loteamento, fixado o ponto mais alto (P₂) e o mais baixo (P₁), e traçou uma linha interceptando todas as curvas de níveis da área de estudo, assim como foi verificada a distância entre os pontos citados (Figura 4). Subsequentemente, foram nomeadas as curvas de níveis e verificada as altitudes das mesmas. Dessa maneira, foi calculada a declividade média do terreno modelo ao longo da linha

imaginária (P_1P_2), que resultou no valor aproximado de 4,67 %, caracterizando por um relevo suave ondulado (SANTOS, 2018).

Figura 4 - Levantamento altimétrico e delimitação da área de estudo



A partir de uma das cotas consideradas mais baixas, fixou-se o ponto de origem da topografia do terreno na curva C1, com altimetria de 47 metros, e assim para cada curva de nível do terreno modelo, foi feito o levantamento da diferença de nível entre a cota origem e as demais cotas da área.

Para determinação dos terrenos derivados, o relevo foi definido pelas diferentes topografias estipuladas através da amplificação ou redução das altimetrias das curvas do modelo de terreno, que por sua vez foram adotadas duas transformações lineares, do tipo:

$$\text{Cota}_{\text{hipotética1}} = (\Delta H_{\text{real}} \times \text{fator de escala}) + \text{cota de origem} \quad (2)$$

$$\text{Cota}_{\text{hipotética2}} = (\Delta H_{\text{real}} \div \text{fator de escala}) + \text{cota de origem} \quad (3)$$

Onde ΔH_{real} é o desnível do terreno modelo e para o fator de escala, foi adotado os valores de 2 e 5, de forma que as novas topografias representassem as cinco condições comuns dos relevos brasileiros.

Dessa maneira, para determinar as altitudes das curvas de nível dos novos terrenos, foi aplicada a transformação 2 para determinar as duas topografias com declividades mais planas

em relação ao terreno modelo, e a transformação 3 para apresentar duas topografias declividades mais acentuadas, resultando a geração de quatro topografias hipotéticas. Ambas as transformações foram aplicadas a todas as curvas de nível do terreno original, expandindo para toda área de estudo, como mostrado no Apêndice A.

E a partir das declividades encontradas, foram categorizados os tipos do relevo, segundo as classes preconizadas pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SIBCS (SANTOS, 2018) (Quadro 1).

Quadro 1 - Classificação dos relevos brasileiros

| Classes do relevo | Declividade (%) |
|-------------------|-----------------|
| Plano | 0 - 3 |
| Suave ondulado | 3 - 8 |
| Ondulado | 8 - 20 |
| Forte ondulado | 20 - 45 |
| Montanhoso | 45 - 75 |
| Encarpado | > 75 |

Fonte: (SANTOS, 2018)

4.1.2 Determinação dos cenários

Determinaram-se, para efeito de análise, cinquenta cenários, abrangendo cinco tipos de topografias e adotando valores distintos de tensão trativa mínima de projeto, que atendam às condições de autolimpeza e de prevenção de geração de sulfetos. Assim, com o intuito de averiguar o comportamento da mudança desses valores frente aos custos e benefícios para implantação de um sistema de esgotamento sanitário, foram adotados valores de tensão trativa mínima entre o intervalo de 0,6 – 3,0 Pa.

A definição dos valores das tensões trativas para compor o intervalo de investigação, tomou como valor mínimo de 0,6 Pa, referente a tensão mínima para tubos de PVC (coeficiente de Manning de 0,010), enquanto 1,0 Pa é baseado no valor mínimo sugerido pela norma vigente para tubos de concreto armado (coeficiente de Manning de 0,013), a NBR 9649 (ABNT, 1986), e os demais valores foram adotados sobre os critérios práticos. A seguir, no Quadro 2, pode-se observar a simbologia dada para cada cenário, para facilitar a associação dos elementos.

Quadro 2 - Configuração dos cenários

| Tensão Trativa Mínima (Pa) | | 0,6 | 1 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 |
|----------------------------|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Topografia 1 | Cenários | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | Simbologia | TOP1/ T0,6 | TOP1/ T1,0 | TOP1/ T1,1 | TOP1/ T1,2 | TOP1/ T1,3 | TOP1/ T1,4 | TOP1/ T1,5 | TOP1/ T2,0 | TOP1/ T2,5 | TOP1/ T3,0 |
| Topografia 2 | Cenários | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| | Simbologia | TOP2/ T0,6 | TOP2/ T1,0 | TOP2/ T1,1 | TOP2/ T1,2 | TOP2/ T1,3 | TOP2/ T1,4 | TOP2/ T1,5 | TOP2/ T2,0 | TOP2/ T2,5 | TOP2/ T3,0 |
| Topografia 3 | Cenários | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| | Simbologia | TOP3/ T0,6 | TOP3/ T1,0 | TOP3/ T1,1 | TOP3/ T1,2 | TOP3/ T1,3 | TOP3/ T1,4 | TOP3/ T1,5 | TOP3/ T2,0 | TOP3/ T2,5 | TOP3/ T3,0 |
| Topografia 4 | Cenários | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| | Simbologia | TOP4/ T0,6 | TOP4/ T1,0 | TOP4/ T1,1 | TOP4/ T1,2 | TOP4/ T1,3 | TOP4/ T1,4 | TOP4/ T1,5 | TOP4/ T2,0 | TOP4/ T2,5 | TOP4/ T3,0 |
| Topografia 5 | Cenários | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 |
| | Simbologia | TOP5/ T0,6 | TOP5/ T1,0 | TOP5/ T1,1 | TOP5/ T1,2 | TOP5/ T1,3 | TOP5/ T1,4 | TOP5/ T1,5 | TOP5/ T2,0 | TOP5/ T2,5 | TOP5/ T3,0 |

4.2 PARÂMETROS DE CÁLCULO PARA CONTRIBUIÇÕES DE ESGOTO

4.2.1 População do loteamento

Considerando a hipótese que a população de um loteamento não cresce na mesma proporção de uma cidade urbana, não foi adotado nenhum método matemático para determinação da projeção populacional. A partir desse pressuposto, foi admitido que para o início de plano do projeto, o loteamento tenha 50% da sua capacidade de ocupação e para o fim do plano, alcance 100% de ocupação.

Dessa maneira, foi realizada uma quantificação indireta dos habitantes, baseada no crescimento habitacional de outros loteamentos semelhantes à área de estudo. Assim, foi adotado 4 habitantes/lote para o início de plano e 8 habitantes/lote para o fim de plano (simulando verticalização parcial), como visto na Tabela 1.

Tabela 1 - Determinação da população da área de estudo

| População do Loteamento | | | |
|-------------------------|--------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | Quantidade de lote | Quantidade de habitante/lote | Porcentagem de ocupação (%) |
| P inicial (hab) | 718 | 4,0 | 50 |
| P final (hab) | 718 | 8,0 | 100 |

4.2.2 Consumo efetivo per capita (*qe*)

A contribuição per capita correlaciona o consumo de água e a contribuição para a rede de esgoto, no qual esse parâmetro é extremamente variável entre diferentes localidades. Visto

que essa pesquisa tem pretensão de abrangência nacional, foram coletados os valores de consumo per capita de água e índices de perdas na distribuição no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), com ano base de 2018 e alcance Brasil.

Desse modo, o consumo efetivo per capita de água do loteamento, para início e fim de plano, foi estimado por meio da equação 4, e o resultado exposto na Tabela 2 a seguir:

$$q_e = q \cdot (1 - I) \quad (4)$$

Tabela 2 - Consumo efetivo per capita de água

| | | Contribuição de água efetivo per capita - q_e (l/hab.*dia) |
|---------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Consumo per capita de água - q (l/hab.*dia) | 154,9 | 95,3 |
| Índice de perdas na distribuição (%) | 38,5 | |

Fonte: (BRASIL, 2018)

No entanto, feito uma análise crítica ao valor do índice de perdas coletado pelo SNIS, e considerando a premissa que a área de estudo é um loteamento recém-construído, foi estimulado que o índice de perdas encontrado não representa a realidade do loteamento. Assim, considerando os valores medidos de contribuição per capita encontrados na literatura e o valor final do SNIS, foi adotado o valor de 100 l/hab.dia.

4.3 CONCEPÇÃO DO PROJETO

A concepção do projeto foi desenvolvida através do *software* CEsg, versão 7.0.1 (jan/2002), criado pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH) para a empresa Tubos e Conexões Tigre Ltda, que segue os padrões das normas brasileiras referentes a projetos de esgotamento sanitário (FCTH, 2006). Por meio, do CEsg foi feito o traçado, dimensionamento da rede e levantamento quantitativo prévio dos serviços para elaboração da planilha orçamentária.

4.3.1 Estudo do traçado da rede coletora

Primeiramente, a partir do levantamento topográfico do terreno modelo, foi feito uma preparação da planta baixa do loteamento utilizando a ferramenta AutoCAD, que consistiu em uma limpeza e extinção de layers textos e cotas do projeto topográfico. Posteriormente, com base na topografia do terreno modelo, foram simuladas as novas topografias, através de

alterações das altitudes das curvas de níveis, determinadas no item 4.1.1. Subsequentemente, foi feita a modificação da extensão dos arquivos de AutoCAD para a extensão compatível com o CEsg, DXF.

Após a exportação da planta no *software*, foi realizado o traçado da rede coletora na plataforma do programa, de forma que as canalizações dos coletores funcionem como condutos livres. Assim, a rede de esgoto foi iniciada nas cotas mais elevadas, no sentido para as cotas mais baixas, seguindo sempre que possível às declividades do terreno. E os órgãos acessórios foram alocados nos pontos de singularidades, bem como no início e na reunião de coletores; e nas mudanças de direção, obedecendo à distância máxima de 100 metros entre eles (Figura 5).

A rede de esgoto do loteamento foi definida como uma rede do tipo leque, no qual o coletor tronco se localiza na parte baixa da bacia e a partir dele incidem os coletores secundários compondo um formato em tipo de leque (TSUTIYA; ALEM SOBRINHO, 2000). Devido alguns trechos críticos da topografia, caracterizado por possuir relevo com área irregular, assim foi necessário à alocação de três pontos de descarga. Na Figura 6, pode-se observar a delimitação das sub-bacias de contribuição e os pontos de descargas.

Considerando a premissa, de que o traçado de uma rede coletora tem influência direta no custo geral de um sistema de esgotamento sanitário, uma vez que pode alterar os valores de profundidades dos trechos e consequentemente modificar o quantitativo de serviços da planilha orçamentária. Dessa forma, foi utilizado o mesmo traçado para todas as topografias em estudo, assim apenas a tensão trativa mínima e as profundidades das valas sejam as variáveis do estudo.

Figura 5 - Delineamento da rede de esgoto



Figura 6 - Delimitação das sub-bacias de contribuição



4.3.2 Dimensionamento da rede coletora

Após o traçado da rede coletora no *software*, foi iniciada a segunda etapa dessa pesquisa: o dimensionamento hidráulico. Inicialmente, foram inseridos alguns dados gerais para os cálculos, que são caracterizados por critérios ou parâmetros específicos do projeto,

determinados por normas brasileiras ou estimados. Esses dados de entrada se dividem em três abas no programa: dados de consumo para início e fim de plano, dados gerais e critérios de cálculo.

Na aba de dados de consumo, é especificada a população estimada, o consumo efetivo per capita de água estimado, além dos coeficientes de vazão (K_1 , K_2) e dos coeficientes de retorno (C) adotados. Os dados de população e q_e foram definidos nos itens 4.2.1 e 4.2.2, e os coeficientes foram adotados segundo a norma NBR 9649 (ABNT, 1968), por sua vez podem ser observados na Figura 7.

Figura 7 - Dados gerais para cálculo: dados de consumo

| Dados Gerais para o Cálculo | | |
|-----------------------------------------|--------------|---------------------|
| Dados de consumo | Dados Gerais | Críticos de Cálculo |
| Início de Plano | | |
| População (hab): | 1436 | |
| Consumo efetivo per capita (l/hab/dia): | 100,0 | |
| Coeficiente de retorno: | 0,80 | |
| K2: | 1,50 | |
| Fim de Plano | | |
| População (hab): | 5744 | |
| Consumo efetivo per capita (l/hab/dia): | 100,0 | |
| Coeficiente de retorno: | 0,80 | |
| K1: | 1,20 | |
| K2: | 1,50 | |

Arquivo de Resultados: Não será gravado. [Botão Vermelho] [Botão Verde] [Inicia] [Cancela]

Na segunda aba, apresentada na Figura 8, está direcionada aos parâmetros de cálculos, como vazão mínima, diâmetro mínimo, taxa de infiltração, recobrimento mínimo, profundidade máxima, tensão trativa mínima, velocidade máxima, altura máxima e mínima do degrau e declividade mínima construtiva.

Em relação à vazão mínima é recomendado o valor de 1,50 l/s, dado de vazão referente ao pico instantâneo de vazão da descarga de um vaso sanitário (AZEVEDO NETTO; FERNANDEZ, 2015). Para o diâmetro mínimo, a norma NBR 9649 (ABNT, 1968), recomenda o valor diâmetro nominal (DN) 100, porém foi adotado o valor de 150 mm, por ser o mais utilizado em projetos elaborados por várias Concessionárias de Saneamento no país, como Cagepa (PB) e Sabesp (SP), e na literatura (QUEIROZ, et al., 2018). Enquanto, a profundidade máxima foi adotada no dimensionamento o valor de 8,0 m, seguindo orientações de profissionais da área e segundo a NBR 12266 (ABNT, 1992), que especifica cota de cortes de valas até esse valor.

No que diz a respeito da taxa de infiltração, é definida como a quantidade de água que infiltra no solo ao longo de um determinado tempo, que é possível determinar essa taxa através de métodos teóricos e práticos. No entanto, para estipular essa taxa, foi feita uma revisão bibliográfica para identificar o valor mais utilizado nas Concessionárias de Saneamento no país. As concessionárias Casan (Santa Catarina), Caern (Rio Grande do Norte), Sabesp (São Paulo) e Cagece (Ceará), entre outras, adotam a taxa de infiltração de 0,20 L/s.km até 0,25 L/s.km.

Dessa forma, foi adotado a taxa de infiltração de 0,20 L/s.km, por ser a mais utilizada no dimensionamento de redes coletoras de esgoto pelos projetistas do país e por obedecer ao limite de 0,05 a 1,0 L/s.km estimulado pela norma NBR 9649 (ABNT, 1986b). E para os valores de tensão trativa mínima foram definidos no item 4.1.2 e os demais dados, foram utilizados os valores sugeridos pela norma NBR 9649 (ABNT, 1986b).

Figura 8 - Dados gerais para cálculo: dados gerais

| Dados Gerais | |
|---------------------------------------------------------------------------|--------|
| Condições de Cálculo | |
| Vazão Mínima (l/s): | 1,50 |
| Diâmetro Mínimo (mm): | 150 |
| Taxa de Infiltração (l/s/km): | 0,20 |
| Recobrimento Mínimo (m): | 0,90 |
| Profundidade Máxima (m): | 8,00 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Numeração automática de nós e trechos | |
| Tensão Trativa Mínima (Pa): | |
| Velocidade Máxima (m/s): | 5,00 |
| Alt. de Degrau Mínima (cm): | 20 |
| Alt. de Degrau Máxima (cm): | 50 |
| Declividade Mínima Construtiva (m/m): | 0,0050 |

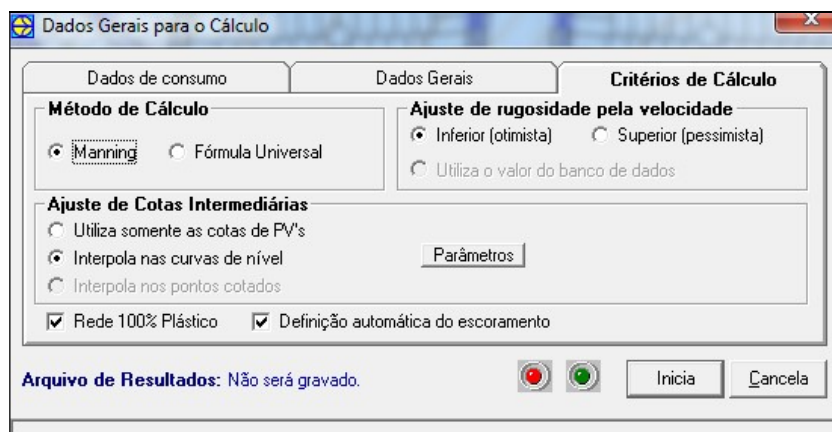
Arquivo de Resultados: Não será gravado. [Botão Vermelho] [Botão Verde] [Inicia] [Cancela]

A terceira aba (Figura 9) é responsável pela determinação dos critérios de cálculo, que se divide em três subdivisões: método de cálculo, ajuste de rugosidade pela velocidade e ajuste de cotas intermediárias.

O método de cálculo foi adotado o método de Manning, critério mais adotado em dimensionamentos, em que o coeficiente de descarga é calculado segundo o número de Manning fornecido para o material do tubo adotado. E o ajuste de rugosidade pela velocidade, critério em que a rugosidade da tubulação é estimada a partir da velocidade calculada no dimensionamento, foi adotado um ajuste inferior, enquanto o ajuste de cotas intermediárias adotou-se por meio das curvas de nível, em função por ser mais preciso.

Nessa aba também foram ativadas as opções, rede 100% plástico; em que o dimensionamento da rede coletora foi projetado com o material PVC; e definição automática de escoramento, para que o sistema selecione o tipo de escoramento adequado para cada trecho de vala, baseado na sua profundidade.

Figura 9 - Dados gerais para cálculo: critérios de cálculo



4.4 ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Após inserir os dados gerais para realização dos cálculos, descritos no item anterior, o CEsg automaticamente realizou o dimensionamento para todos os cenários. Ressaltando que para cada topografia, todos os dados foram mantidos e apenas a tensão trativa mínima foi sendo modificada para cada cenário.

Dessa maneira, o *software* disponibilizou para cada dimensionamento as planilhas nomeadas como Trechos, Nós, Dimensões, Quantitativo, Resultados e Orçamento que retratam as características qualitativas e quantitativas das redes. Para efeito de análise do dimensionamento hidráulico, foi trabalhada com a planilha de resultados, na qual destacou-se as principais variáveis que tem a ascendência com o custo da obra, como o diâmetro, a profundidade das valas e o recobrimento dos coletores.

O diâmetro não apresentou divergência em todo o dimensionamento do estudo, mantendo o valor de 150 mm (DN 150). O recobrimento é dado pela subtração da profundidade do trecho pelo diâmetro do coletor, visto que o diâmetro se manteve constante em todos os cenários, consequentemente, o recobrimento acompanhou o comportamento da profundidade. Deste modo, a análise do dimensionamento hidráulico tomou-se como base a variável profundidade, verificando a atuação dos tipos de topografias e variação da tensão trativa mínima perante a variável escolhida.

A princípio, calculou-se a média ponderada pela extensão de cada trecho da rede, utilizando os valores da profundidade montante e jusante dos poços de visita, posteriormente obteve-se a profundidade média ponderada final da rede de esgoto referente a cada cenário.

Foi analisada a variação dessas profundidades médias em relação a duas perspectivas, a variação da topografia e das tensões trativas no intervalo de T0,6 - T3,0 Pa. Além disso, foi verificado para cada topografia o crescimento relativo da profundidade média nos cenários representado pelo quociente da tensão máxima do estudo sob a mínima ($T_{3,0}/T_{0,6}$).

Para cada intervalo de tensões trativas, foi destacada a topografia que apresentou valores mínimos de profundidades médias em relação às demais, em sequência foi notado o cenário que obteve menor profundidade e o cenário considerado o mais vantajoso (definido na pesquisa como aquele que possui a mesma profundidade do cenário caracterizado por obter menor profundidade média do estudo, porém com tensão trativa mínima superior).

Após, determinado o cenário mais vantajoso, foi feita a comparação das profundidades médias de todos os cenários em relação ao mais vantajoso e, em sequência, foi determinado as profundidades máximas de cada cenário, destacando as profundidades maiores que 8 metros, valor considerado executável e econômico.

4.5 CONCEPÇÃO DAS PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS

4.5.1 Levantamento de quantitativos de serviços

Para efeito de verificação da influência da tensão trativa mínima nos custos diretos de uma obra de esgotamento sanitário, é necessária a elaboração de planilhas orçamentárias, caracterizadas pela listagem de serviços necessários para execução do projeto. Assim, a primeira etapa para concepção do orçamento é o levantamento de quantitativos da rede, que se destacam os itens de cadastro de rede coletora; ligações domiciliares; locação e nivelamento de rede de esgoto; elementos de sinalização de trânsito e segurança; movimento de terra como escavação, reaterro, nivelamento e apiloamento de fundo de valas; escoramento de valas; rebaixamento de lençol freático; poços de visita e tampões; assentamento de tubulações; fornecimento de materiais, entre outros.

O *software* CEsg é uma ferramenta que é capaz de quantificar os principais serviços e insumos determinantes para a implantação e execução de uma obra de sistema de esgotamento sanitário, como o tipo de material da tubulação, a ocorrência de reconstituição do pavimento,

o tipo de acessório, a categoria do escoramento, o volume de escavação e reaterro, mostrados na Figura 10.

Figura 10 - Quantitativo do cenário 1 no CEsg

| CESG - Software para Projeto de Redes de Esgoto Sanitário - E:\TOPOGRAFIA 1 - Traçado da rede de de esgoto\Rede de Esgoto (Traçado+Topografia) - | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|
| Arquivos Opções Visualizar Acionar Trechos Banco de dados Ajuda | | |
| Descrição | Quant. | Unidade |
| Trechos: | | |
| PVC vinilfort Tigre - NBR7362 - ø150 | 6621,9 | m |
| Poços de Visita e similares: | | |
| Poço de Visita (PV) | 64 | un |
| PV com tubo de queda (TQ) | 11 | un |
| Comprimento dos Trechos de queda: | 8,2 | m |
| Reconstituição de Pavimentos: | | |
| Sem revestimento | 8276,9 | m² |
| Escoramento: | | |
| Descontínuo | 4982,7 | m² |
| Pontalete | 7357,9 | m² |
| Sem escoramento | 6524,6 | m² |
| Acessórios: | | |
| Curva PVC 90° diam. 150 mm: | 22 | un |
| Tampão PVC diam. 150 mm: | 22 | un |
| Volume Escavação: | | |
| 0 a 2 m: | 11692,27 | m³ |
| 2 a 4 m: | 98,51 | m³ |
| 4 a 6 m: | 0,00 | m³ |
| Acima de 6m: | 0,00 | m³ |
| Volume Total: | 11790,78 | m³ |
| Volume de Reaterro: | 11673,76 | m³ |

Além disso, seguindo a vertente da influência da profundidade com a variação da tensão, apenas foram selecionados os serviços que estão alinhados com os valores das profundidades das valas, como os serviços de implantação de órgãos acessórios, escoramento de valas, escavação e reaterro. Na figura 10, é possível verificar que o quantitativo disponível pelo programa tem carência de detalhar os serviços com as suas respectivas profundidades, sendo imprescindível na etapa de elaboração das planilhas orçamentárias. Dessa maneira, foi possível fazer algumas alterações no banco de dados do programa para o tipo de escoramento e os demais serviços foram quantificados utilizando a ferramenta do Excel.

O escoramento de valas se classifica em pontalete, descontínuo, contínuo, especial, e metálico e madeira, em que esse serviço sofre influência do tipo do solo e da profundidade da vala. Assim, o CEsg adota a sua própria convenção relacionando cada tipo de escoramento com uma determinada profundidade. Porém, essa convenção não é coerente com as composições de preços unitários (data base 11/2020) do banco de dados SINAPI, que serão

retratadas no item a seguir. Diante dessa divergência, foi elaborada e implantada no *software* uma nova convenção.

O delineamento da classificação do escoramento em relação a uma determinada profundidade, levou-se como base as orientações das normas NBR 14486 (ABNT, 2000) e NBR 9814 (ABNT, 1987); recomendações encontradas na literatura (NUVOLARI, 2011) e referências das composições de serviços do SINAPI (Quadro 3). Ressalta-se que o tipo do solo e a cota de lençol freático não intercederam na definição do tipo de escoramento.

Quadro 3 - Convenção do escoramento de vala inserida no CEsg

| Tipo de Escoramento | Profundidade (m) |
|----------------------------|-------------------------|
| Sem escoramento | 0 - 1,5 |
| Pontaleteamento | 1,5 - 2,0 |
| Descontínuo | 2,0 - 3,0 |
| Contínuo | 3,0 - 4,0 |
| Metálico e Madeira | 4,0 - 4,5 |
| Metálico e Madeira | 4,5 - 14 |

Para os órgãos acessórios foram adotados apenas poços de visita, com e sem degrau e quantificados em relação a sua altura, tendo como altura máxima de 3,50 metros; e para trechos de vala com profundidade superior a essa altura, foi quantificado os anéis pré-moldados como acréscimo dos PVs para alcançar a profundidade desejada, ressaltando que cada anel possui 0,50 metros. A metragem dos tubos de queda foi disponibilizada pelo *software*.

Com relação ao volume de escavação, definido pelo produto da profundidade com o comprimento linear e largura de cada trecho, foi necessário adotar o valor da largura da vala padrão para toda a rede coletora. Dessa maneira, com base na norma NBR 12266 (ABNT, 1992), que especifica essa variável em função do tipo de escoramento e da cota de corte, foi adotado largura de 1,25 metros no dimensionamento.

4.5.2 Levantamento e elaboração de composições de preço unitário

As composições de preços unitários (CPU) retratam os serviços para execução do projeto, em que contemplam os materiais, equipamentos e mão de obra, acrescida dos encargos sociais. São elaboradas com base em coeficientes de produtividade, de consumo e de aproveitamento de insumos, indicando o custo expendido na execução de uma unidade do serviço (CAIXA, 2020).

Para início do processo de orçamentação são utilizadas tabelas referenciais de custos aprovadas pela administração pública, em que contemplam composições de custo unitário padronizadas que são alimentadas pelos órgãos e entidades da esfera estadual (CAIXA, 2020).

Em vista do exposto, na concepção do orçamento foi restringido o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) para obter as CPU e os seus respectivos custos dos serviços para execução das redes coletoras. Esse sistema foi escolhido, devido a sua abrangência nacional, em que, segundo o Decreto 7.983/2013, é considerado o custo de referência de obras e serviços de engenharia contratados e executados com recursos dos orçamentos da União (CAIXA, 2020).

Dessa maneira, por meio da plataforma OrçaFascio, um *software* de orçamentos de obras de construção civil, que obedece aos padrões e as normas do TCU (Tribunal de Contas da União), foi possível realizar o levantamento dessas composições. Foi utilizada a data base mais atualizada até a data da confecção desse trabalho, 11/2020.

No entanto, o SINAPI não possui referências para todos os serviços necessários aos diversos tipos de obras, assim algumas referências de determinadas CPU não foram encontradas nessa fonte para a data base escolhida, ocasionando a necessidade de elaborar composições próprias, como foi o caso dos serviços de escavação mecanizada de vala em material de 1ª e 2ª categoria, escoramento de vala e assentamento de tubo de queda externo.

Para a concepção dessas composições, foram utilizadas composições de outros bancos de dados (os não oficiais) ou composições do SINAPI com descrição do serviço equivalente, como visto no Apêndice C. Assim, para o primeiro caso, substituiu-se as suas respectivas composições auxiliares e insumos, por composições e insumos do SINAPI (plataforma da caixa econômica), utilizando o mesmo coeficiente de produtividade. Enquanto, para o segundo caso, utilizou-se a mesma estrutura da composição referência, apenas alterando a sua produção.

As composições próprias foram nomeadas como COMPOSIÇÃO MEST e utilizaram a mesma data base do orçamento geral. No Quadro 4, pode observar o delineamento das composições, destacando as composições de referência com os seus respectivos elementos.

Quadro 4 - Delineamento das composições próprias

| Composição Referência (Fonte - Código) | Composição Própria - Data base 11/2020 | |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Nomeação | Descrição |
| SINAPI 72918 | COMPOSIÇÃO MEST 01 | Escavação mecânica de vala em material de 2ª categoria acima de 6 m de profundidade com utilização de escavadeira hidráulica |
| SINAPI 90096 | COMPOSIÇÃO MEST 02 | Escavação mecanizada de vala com prof. maior que 6,0 m (média entre montante e jusante/uma composição por trecho), com escavadeira hidráulica (1,2 m³/155 hp), larg. menor que 1,5 m, em solo de 1ª categoria, locais com baixo nível de interferência. AF 01/2015 |
| SINAPI 101592) | COMPOSIÇÃO MEST 03 | Escoramento de vala, tipo contínuo com perfil metálico "u", com profundidade acima de 4,5 m, largura menor que 1,5 m |
| SEINFRA C0232 EMBASA 100504 | COMPOSIÇÃO MEST 04 | Assentamento de tubo de queda externo com fornecimento do material hidráulico |

As demais composições unitárias de serviço foram selecionadas de modo que refletisse as condições específicas para execução da rede coletora e que oferecesse o menor preço para administração da obra.

Dessa maneira foram elaboradas duas planilhas orçamentárias padrão diferenciando a categoria do tipo do solo, para verificar como essa variável pode influenciar no custo final de uma obra de esgotamento sanitário. As composições foram alocadas em três etapas, Movimento de Terra, que corresponde aos serviços de escavação de vala e reaterro; Escoramento, que retrata os tipos de escoramento utilizados; e Órgãos Acessórios, que caracterizam a implantação de poços de visita, o acréscimo para poços de visita e assentamento de tubos de queda. Destaca-se que o orçamento não contemplou os serviços de ligações prediais.

No Apêndice D, é possível observar a planilha orçamentária utilizada como padrão no levantamento de custos em todos os cenários do estudo para o tipo de solo de 1ª categoria e no Apêndice E a tabela é referente ao solo de 2ª categoria, diferenciando entre elas apenas as composições de escavação.

4.5.3 Análise dos custos unitários

A elaboração de uma planilha orçamentária a partir de tabelas referenciais de custos deve considerar as especificações do projeto e do local. Uma vez que, em função da localidade, pode existir variação dos preços unitários referentes às variáveis de materiais, mão de obra, equipamentos e transportes.

Dessa maneira, o levantamento de custos unitários contemplou-se um estado em cada região do país, totalizando cinco estados no território brasileiro (Amazonas, São Paulo, Rio Grande do Sul, Goiás e Paraíba). Assim, foi adotada mesma metodologia de análise de custos para planilha orçamentária de cada estado e tipo de categoria do solo.

Em princípio, através das planilhas orçamentárias foi possível verificar o custo final de todos os cenários em estudo e detalhar o custo para cada etapa de serviço. Em sequência, para cada tensão tratativa, foi destacado o cenário que apresentou o menor custo final em relação aos demais e realizou-se o confronto do cenário considerado mais econômico com os outros cenários para a mesma tensão tratativa.

Por último, realizou-se a comparação do cenário que obteve menor custo com todos os outros cenários da pesquisa.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 CONCEPÇÃO DAS TOPOGRAFIAS

Simulou-se quatro padrões de declividade da área hipotéticas (além da real), através da interação das equações 2 e 3 com as curvas de nível da topografia modelo. As declividades resultantes são apresentadas no Apêndice A. O resultado da simulação do padrão topográfico pode ser visualizado no Quadro 5, no qual é possível observar que as cinco topografias em estudo, abrangem todos os tipos de relevo brasileiro que são admitidos para uma construção de um sistema de esgotamento sanitário, apontando uma abrangência da pesquisa para a tipicidade de relevos encontrados em território brasileiro.

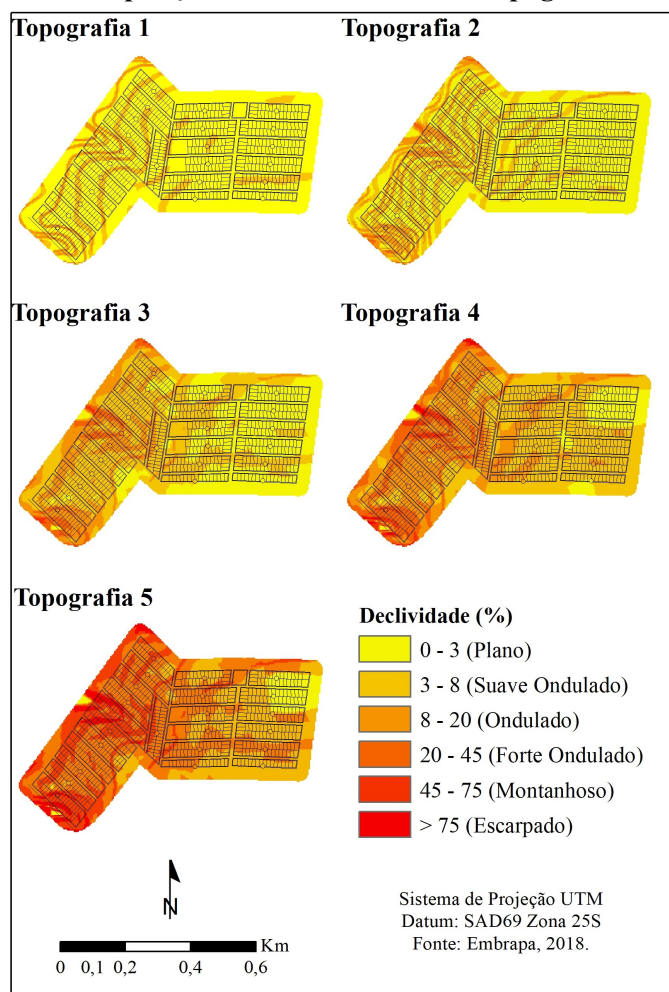
Quadro 5 - Classificação do relevo das topografias em estudo

| Topografias | Declividade do Terreno (%)* | Classificação do relevo quanto à declividade | Amplitude Altimétrica (m) |
|---------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------|
| TOPOGRAFIA 1 | 0,93 | Plano (0-3%) | 6,2 |
| TOPOGRAFIA 2 | 2,33 | Plano (0-3%) | 16 |
| TOPOGRAFIA 3 | 4,67 | Suave ondulado (3-8%) | 31 |
| TOPOGRAFIA 4 | 9,34 | Ondulado (8-20%) | 62 |
| TOPOGRAFIA 5 | 24,85 | Forte ondulado (20-45%) | 155 |

*Declividade proveniente da linha imaginária (P₁P₂), entre o ponto mais alto e o mais baixo da área.

A Figura 11 ilustra a distribuição das declividades em cada topografia, expondo a diferença de relevo por toda extensão da área de estudo, onde pode-se observar que as topografias 1 e 2 apresentaram uma superfície esbatida com desnivelamento muito pequeno, com ocorrência predominante de área com declives menores que 3%, caracterizando o relevo plano. As topografias 3 e 4, apresentaram superfície pouco variável, constituídas de elevações de altitudes relativas da ordem de menor que 100 metros, apontando a incidência de áreas com declividades de 3 a 8% e 8 e 20%, respectivamente. Já a topografia 5, apresentou-se uma superfície formada por outeiros e/ou morros (elevações de 100 a 200 metros de altitude relativa), com predominância de declives de 20 a 45%.

Figura 11 - Disposição das declividades nas topografias em estudo



5.2 ANÁLISE GEOMÉTRICA – TRAÇADO DAS REDES E DISPOSITIVOS EMPREGADOS

As redes de esgoto foram representadas com um traçado idêntico para todas as topografias em estudo, caracterizadas por uma extensão de 6.626 metros, com 22 coletores subdivididos em 94 trechos e 97 órgãos acessórios (poço de visita e poço de visita com tubo de queda). Além disso, elas foram projetadas em topografias que possuem algumas seções em declive e em aclave, em relação à direção do escoamento do esgoto, que se tornaram obstáculos para o fluxo em gravidade, derivando o aprofundamento acentuado de determinados trechos da rede. Foram adotados três pontos de descarga, localizados à jusante dos trechos 1-14, 16-9 e 19-8, com o intuito de diminuir as profundidades dos coletores, como mostrado no projeto de esgotamento sanitário referente ao cenário 1 (APÊNDICE B).

5.3 ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Após a realização do traçado e dimensionamento das redes coletoras de todos os cenários no CEsg, foram obtidas para cada cenário, 5 planilhas de resultados, ocasionando o total de 250 planilhas que apresentaram características qualitativas e quantitativas das redes. Entre essas características são possíveis destacar o recobrimento, diâmetro, tipo do material, tipo do escoramento, profundidade das valas, entre outras.

O dimensionamento hidráulico da rede coletora está diretamente ligado à planilha orçamentária, na qual as principais variáveis inter-relacionadas à profundidade das valas são o diâmetro e o recobrimento dos coletores. Essas variáveis são as principais responsáveis por provocar alterações nos custos de um projeto de esgotamento sanitário quanto à variação da tensão trativa mínima.

Em função das baixas vazões, em todos os trechos de todos os cenários, o diâmetro resultante foi de 150 mm, valor mínimo este estabelecido para o dimensionamento dos trechos. O recobrimento dos coletores é uma variável dependente do diâmetro da tubulação e da profundidade da vala, e como o diâmetro manteve-se constante, os recobrimentos dos coletores acompanharam o comportamento das profundidades.

Para a variável profundidade, pode-se observar na Tabela 3 que para todos os casos, à medida que se analisa os cenários das tensões trativas de 0,6 Pa para 3 Pa, é notado o crescimento da profundidade média das valas, corroborando os autores Ferreira (2013) e Mesquita (2020) que explanaram que para alcançar maiores valores de tensão trativa, ocasionou-se o aprofundamento da rede coletora.

Já os cenários representados com tensões trativas de 0,6 Pa e 1,0 Pa, demonstraram valores semelhantes de profundidades para todas as topografias em estudo. Esse crescimento expressou-se mais enfatizado nas topografias planas, por possuírem um desnivelamento muito pequeno do terreno, ocasionando o aprofundamento da rede.

Na Figura 12 é possível verificar que no intervalo de T0,6 - T1,0, não há variação das profundidades médias e a partir da tensão trativa de 1,1 Pa, inicia-se um crescimento das mesmas. Além disso, é possível verificar que o efeito do aumento da tensão trativa mínima de projeto são mais intensos quanto menor a declividade da área.

A Tabela 3 ilustra que as áreas de pouca declividade apresentaram um aumento na profundidade média nos cenários com tensão trativa máxima do estudo, de 3,23 e 2,74 vezes em relação aos cenários com tensão trativa mínima da norma. Por outro lado, a topografia 5,

caracterizada por um relevo mais ondulado, apresentou um aumento de apenas 1,14 vez, pois é notado um avanço mais suave das profundidades médias em relação aos demais terrenos em estudo.

Tabela 3 - Profundidades médias dos cenários

| Profundidades médias dos cenários (m) | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------------------|
| Tipo da Topo. | Classificação do Relevo | Cenários | | | | | | | | | | Crescimento da T0,6 a T3,0 |
| | | 1-11-21-31-41 | 2-12-22-32-42 | 3-13-23-33-43 | 4-14-24-34-44 | 5-15-25-35-45 | 6-16-26-36-46 | 7-17-27-37-47 | 8-18-28-38-48 | 9-19-29-39-49 | 10-20-30-40-50 | |
| | | T0,6 | T1,0 | T1,1 | T1,2 | T1,3 | T1,4 | T1,5 | T2,0 | T2,5 | T3,0 | |
| TOP1 | Plano | 1,42 | 1,42 | 1,45 | 1,55 | 1,65 | 1,76 | 1,88 | 2,58 | 3,54 | 4,58 | 3,23 |
| TOP2 | Plano | 1,25 | 1,25 | 1,26 | 1,30 | 1,34 | 1,39 | 1,45 | 1,86 | 2,57 | 3,43 | 2,74 |
| TOP3 | Suave ondulado | 1,15 | 1,15 | 1,16 | 1,17 | 1,20 | 1,22 | 1,25 | 1,43 | 1,78 | 2,31 | 2,01 |
| TOP4 | Ondulado | 1,16 | 1,16 | 1,16 | 1,17 | 1,18 | 1,19 | 1,20 | 1,28 | 1,44 | 1,65 | 1,42 |
| TOP5 | Forte ondulado | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,22 | 1,22 | 1,23 | 1,24 | 1,27 | 1,31 | 1,38 | 1,14 |
| | Valor mínimo | | | | | | | | | | | |
| | Valor médio | | | | | | | | | | | |
| | Valor máximo | | | | | | | | | | | |

Com a variação da tensão trativa mínima e do tipo do relevo dos terrenos durante o dimensionamento das redes de esgoto, foi visto que para cada intervalo de tensão trativa, uma determinada topografia apresentou valores mínimos de profundidades médias em relação às demais. Sendo assim, no intervalo T0,6 - T1,2, destacou-se a topografia 3, no intervalo T1,1 - T1,5, foi a topografia 4 e em T2,0 - T3,0, a topografia 5. Da mesma forma, foi possível verificar que os cenários 21 e 22, representados pela topografia 3 e tensões trativas mínimas de 0,6 e 1,0 Pa, apresentaram os menores valores de profundidade média do estudo.

Além disso, pode-se observar na Tabela 5 que as topografias 1 e 5 apresentaram trechos com profundidade acima de 8 metros nos cenários com as tensões trativas mais elevadas do estudo, valor este considerado pela literatura como executável.

Tabela 5 - Profundidades máximas dos cenários

| Profundidades máximas dos cenários (m) | | Cenários | | | | | | | | | |
|----------------------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Tipo da Topo. | Classificação do Relevo | 1-11- 21-31- 41 | 2-12- 22-32- 42 | 3-13- 23-33- 43 | 4-14- 24-34- 44 | 5-15- 25-35- 45 | 6-16- 26-36- 46 | 7-17- 27-37- 47 | 8-18- 28-38- 48 | 9-19- 29-39- 49 | 10-20- 30-40- 50 |
| | | T0,6 | T1,0 | T1,1 | T1,2 | T1,3 | T1,4 | T1,5 | T2,0 | T2,5 | T3,0 |
| TOP1 | Plano | 2,54 | 2,54 | 2,59 | 2,76 | 2,96 | 3,34 | 3,73 | 6,12 | 9,59 | 13,34 |
| TOP2 | Plano | 3,44 | 3,44 | 3,46 | 3,53 | 3,60 | 3,67 | 3,74 | 4,12 | 5,25 | 8,00 |
| TOP3 | Suave ondulado | 2,87 | 2,87 | 2,89 | 2,95 | 3,01 | 3,08 | 3,14 | 3,49 | 4,24 | 5,32 |
| TOP4 | Ondulado | 4,19 | 4,19 | 4,21 | 4,27 | 4,33 | 4,40 | 4,46 | 4,81 | 5,23 | 5,66 |
| TOP5 | Forte ondulado | 6,99 | 6,99 | 6,99 | 6,99 | 6,99 | 7,01 | 7,08 | 7,43 | 7,86 | 8,30 |
| | Valores > 8 m | | | | | | | | | | |

5.4 ANÁLISE DAS PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS

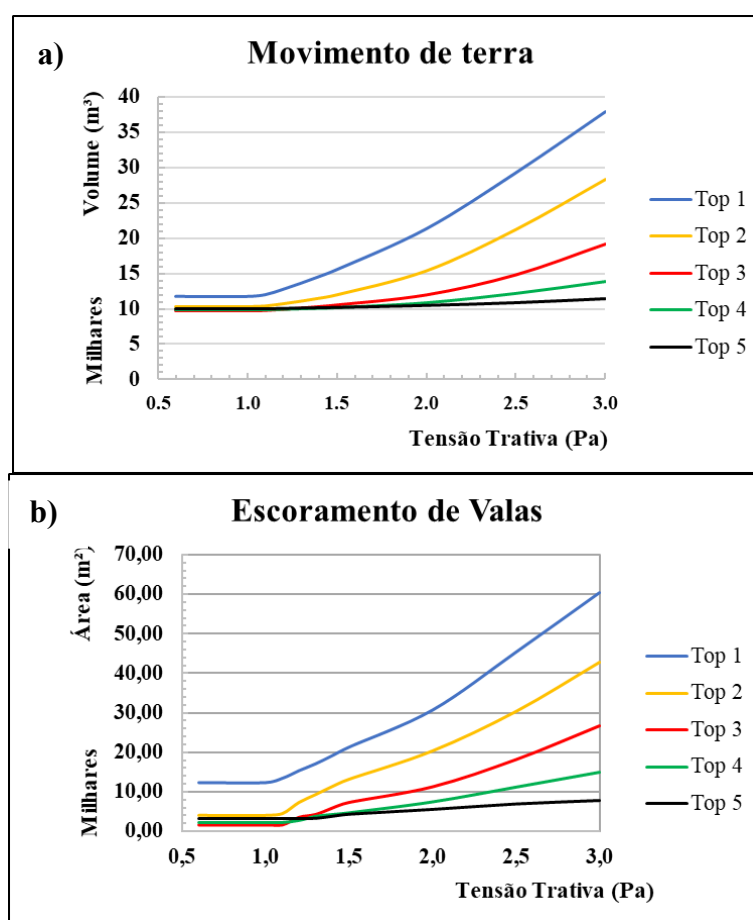
5.4.1 Quantitativos de serviços

Após o dimensionamento hidráulico da rede de esgotamento sanitário no Cesp considerando a variação dos parâmetros de tensão trativa mínima e do tipo de relevo do terreno, no qual foi instalada a rede de esgoto. O *software* forneceu planilhas com os quantitativos dos materiais e serviços principais para a execução do projeto, em que foi necessário detalhar esses quantitativos de acordo com a variável profundidade.

No Apêndice G, apresenta os quantitativos de serviços referentes as etapas de movimento de terra e escoramento de valas ao longo das tensões trativas 0,6 Pa para 3 Pa, para todas as topografias. Como esses serviços estão relacionados à variável profundidade, o seu quantitativo acompanhou o comportamento da análise visto no item 5.3, em que é possível verificar nas Figuras 13 a) e 13 b), que a topografia 1, apresentou valores de movimento de terra e escoramento superiores as demais topografias em todos os cenários do estudo.

Além disso, foi citado anteriormente, que o crescimento das profundidades médias foi diminuindo ao longo da topografia 1 para a topografia 5, destacando-se que em determinados intervalos de tensão trativa mínima, uma específica topografia mostra valores mínimos de profundidades médias em relação as demais, logo foi visto a mesma indicação nos quantitativos.

Figura 13 - Comportamento dos quantitativos a medida do crescimento da tensão trativa mínima: a) Etapa de serviço – Movimento de terra e b) Etapa de serviço – Escoramento de vala



Na Tabela 6, foi feito o confronto do quantitativo do movimento de terra e escoramento do cenário 22, esse considerado o cenário mais vantajoso, em comparação aos demais cenários. Assim, pode-se destacar que o escoramento de valas apresentou valores bem acentuados na topografia 1, em que no cenário 10, obteve-se área de 35,18 vezes superior ao cenário 22.

Tabela 6 - Comparação do quantitativo dos serviços do cenário 22 em relação aos demais cenários

| Comparação do quantitativo dos serviços do cenário 22 em relação aos demais | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Serviços | Tipo da Topo. | Cenários | | | | | | | | | |
| | | 1-11- 21- 31-41 | 2-12- 22- 32-42 | 3-13- 23- 33-43 | 4-14- 24- 34-44 | 5-15- 25- 35-45 | 6-16- 26- 36-46 | 7-17- 27- 37-47 | 8-18- 28- 38-48 | 9-19- 29- 39-49 | 10-20- 30- 40-50 |
| | | 0,60 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,30 | 1,40 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 |
| Movimento de Terra | TOP1 | 1,22 | 1,22 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,51 | 1,61 | 2,21 | 3,03 | 3,92 |
| | TOP2 | 1,07 | 1,07 | 1,08 | 1,11 | 1,15 | 1,19 | 1,24 | 1,59 | 2,20 | 2,93 |
| | TOP3 | 1,00 | 1,00 | 1,01 | 1,02 | 1,04 | 1,06 | 1,09 | 1,23 | 1,53 | 1,98 |
| | TOP4 | 1,01 | 1,01 | 1,01 | 1,02 | 1,03 | 1,04 | 1,05 | 1,12 | 1,26 | 1,44 |
| | TOP5 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,05 | 1,05 | 1,06 | 1,09 | 1,12 | 1,18 |
| Escoramento | TOP1 | 7,19 | 7,19 | 7,83 | 8,95 | 9,98 | 11,18 | 12,42 | 17,89 | 26,42 | 35,18 |
| | TOP2 | 2,40 | 2,40 | 2,66 | 4,30 | 5,48 | 6,67 | 7,73 | 11,92 | 17,74 | 24,99 |
| | TOP3 | 1,00 | 1,00 | 1,01 | 2,13 | 2,56 | 3,50 | 4,31 | 6,61 | 10,60 | 15,54 |
| | TOP4 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,65 | 2,25 | 2,52 | 2,77 | 4,36 | 6,51 | 8,67 |
| | TOP5 | 1,84 | 1,84 | 1,85 | 1,86 | 1,88 | 2,18 | 2,48 | 3,19 | 3,98 | 4,49 |
| | Valor mínimo | | | | | | | | | | |
| | Valor médio | | | | | | | | | | |
| | Valor máximo | | | | | | | | | | |

Em relação, ao quantitativo da etapa de órgãos acessórios, como definido o mesmo traçado para todas as redes de esgoto, prontamente todos os cenários apresentaram o total de 97 poços de visita, diferenciando apenas a sua quantidade entre os intervalos de profundidades de 1,50 - 3,50. Dessa maneira, foi visto que, apenas as topografias 3 e 4, nos cenários de tensões trativas T0,6 - T1,1, apresentaram todos os poços de visita com 1,50 metros de altura, os demais foram variando a sua altura, seguindo a premissa que com o aumento da profundidade, houve crescimento na quantidade de poços de visita e anéis pré-moldados.

5.4.2 Custos diretos dos serviços

Os custos diretos dos serviços são influenciados diretamente pelas profundidades e consequentemente pelos quantitativos dos serviços. Assim sendo feito análogo a análise dessas duas variáveis citadas acima, observou-se que não existe diferença de custo entre as tensões trativas 0,6 e 1,0 Pa para todos os cenários estudados. Portanto o valor de 1,0 Pa pode ser preferível para adoção em relação ao de 0,6 Pa, pois maior tensão trativa, a tubulação da rede de esgoto terá melhor condições de autolimpeza.

A partir da tensão trativa de 1,0 Pa, para as topografias 1, 2 e 3, o custo aumenta bastante com o aumento da tensão trativa adotada em projeto. Para a topografia 4, este aumento é bastante reduzido, enquanto que para a topografia 5, ocorre aumento de custo irrisório com o aumento da tensão trativa. Assim, os valores de tensões trativas de 2,5 e 3,0 Pa podem ser adotados para as topografias 4 e 5 respectivamente, com incidência mínima de custos adicionais em relação ao valor de 1,0 Pa.

Dessa forma, na Tabela 7, pode-se observar o valor máximo que se pode adotar para a tensão trativa mínima de projeto de modo a não onerar demasiadamente a construção da rede coletora, aqui considerados como ótimos.

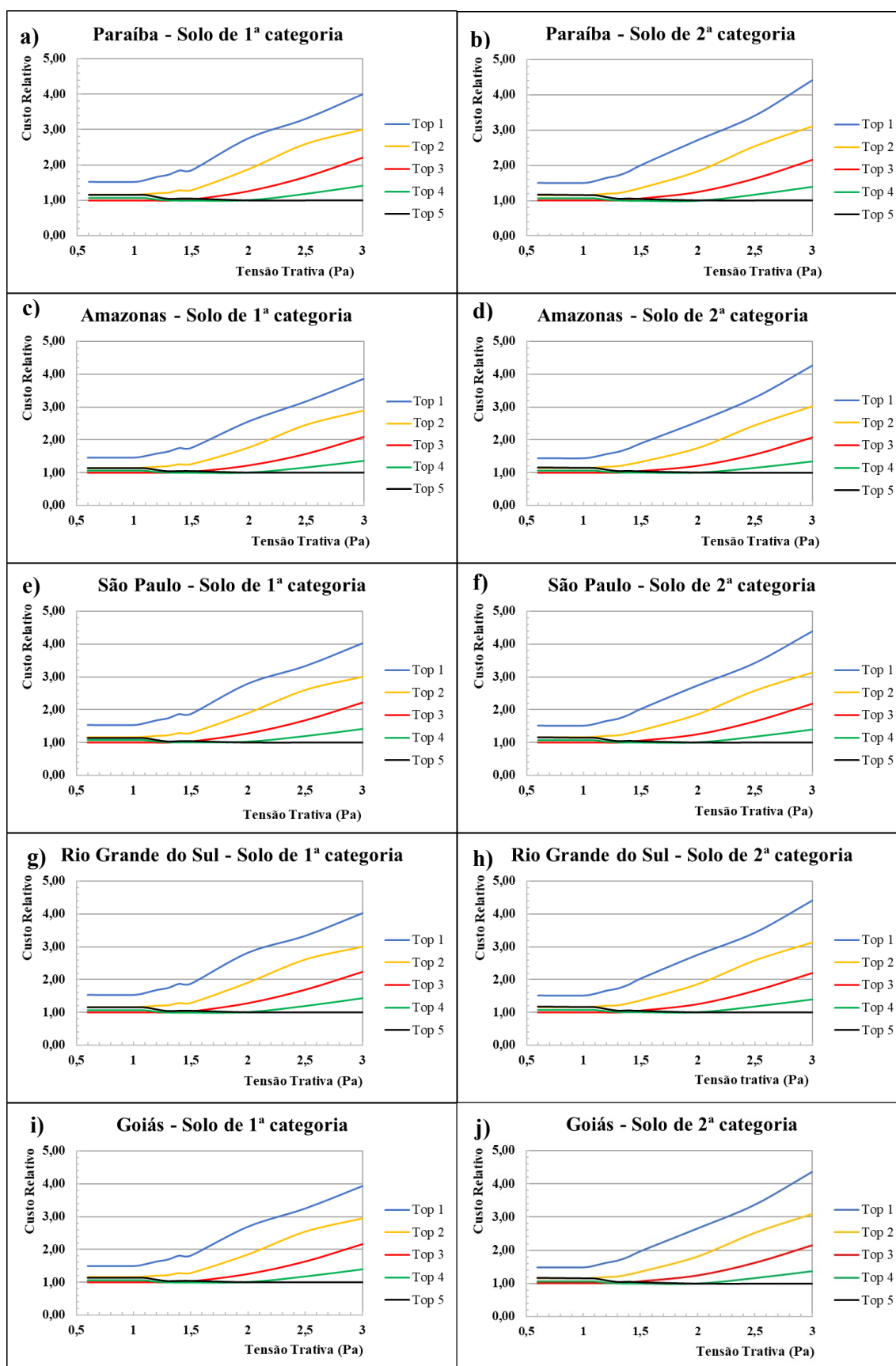
Tabela 7 - Valores ótimos para a tensão trativa a serem adotados em projeto

| Padrão de declividade | Classificação do relevo quanto à declividade | Tensão trativa ótima para adoção em projeto (Pa) |
|------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Topografia 1 | Plano (0-3%) | 1 |
| Topografia 2 | Plano (0-3%) | 1 |
| Topografia 3 | Suave ondulado (3-8%) | 1,5 |
| Topografia 4 | Ondulado (8-20%) | 2 |
| Topografia 5 | Forte ondulado (20-45%) | 3 |

Na Figura 14, onde são apresentados os custos de cada cenário em relação à opção de mais baixo custo, foi possível verificar o acréscimo no custo final no orçamento, caso o projetista se deparasse com outro tipo de topografia utilizando o mesmo intervalo de tensões trativas.

Além do mais, averiguou-se que o cenário 10 (topografia 1 e tensão trativa 3,0 Pa), caracterizou-se pelo cenário mais oneroso quando comparado aos demais. Do ponto de vista econômico, o cenário 22 foi considerado como sendo o mais vantajoso. Por conseguinte, nos Apêndices K, O, S, W, AA, AE, AI, AM, AQ, AU, foi possível verificar o acréscimo do custo em todos os cenários em relação ao cenário mais vantajoso.

Figura 14 – Custos relativo entre estados brasileiros para o solo de 1ª e 2ª categoria



De uma forma geral, quanto menos inclinado o terreno, maior é o custo de implantação da rede coletora de esgotos (para os cenários de topografia analisados nesta dissertação). Isso pode ser corroborado analisando os custos dos diferentes estados brasileiros (Amazonas, São Paulo, Rio Grande do Sul, Goiás e Paraíba), visto que todas afirmações acima foram apresentadas nas planilhas orçamentárias dos mesmos.

Nos Apêndices I, L, Q, U, Y, AC, AG, AK, AO e AS, pode-se notar que o custo absoluto se apresentou superior quando o solo apresentar mais resistência a escavação, no qual esse comportamento foi semelhante ao analisar os estados brasileiros em estudo. Segundo Dantas Neto, Silva Filho e Silva (2015), os solos granulares compacto, os solos argilosos de grande consistência e as rochas em adiantado estado de decomposição (oferecem apenas alguma resistência ao desagregamento) são caracterizados por materiais de 2ª categoria que apresentam elevada resistência à escavação, quando comparado à facilidade de escavação dos materiais de 1ª categoria (solos granulares soltos ou solos argilosos moles).

Apesar de que, em termos absolutos, o tipo de solo exerce influência nos custos da rede coletora de esgotos, em termos relativos, considerando o cenário de mais baixo custo para cada tipologia de relevo, o comportamento das variações de custos foi semelhante para as duas opções de tipo de solo analisadas na Figura 14. Analisando-se ainda a Figura 14, observa-se que as diferenças entre os custos unitários dos serviços em diferentes estados brasileiros apresentaram-se irrisórias.

6 CONCLUSÕES

A tensão trativa mínima adotada em dimensionamento de redes coletoras de esgoto exerce influência nos valores de profundidades das valas. Assim, foi notado o crescimento da profundidade média das valas à medida que se analisou os cenários das tensões trativas de 1 Pa para 3 Pa. Para o intervalo de tensão trativa entre 0,6 e 1 Pa não ocorre diferenças nas profundidades resultantes.

A profundidade é uma variável concatenada ao quantitativo dos serviços mais onerosos para execução de uma rede coletora, consequentemente as redes com tensões mais elevadas apresentaram acréscimo no custo final da obra. Porém, foi observado que o perfil topográfico do terreno influencia nesse incremento no custo, em que se verificou que as topografias com relevo mais ondulado, topografia 4 e 5, expressaram acréscimo mínimo nos custos com o aumento da tensão trativa adotada em projeto.

Em termos absolutos, o tipo de solo exerce influência nos custos da rede coletora de esgotos e, em termos relativos, o comportamento das variações de custos foi semelhante para as duas opções de tipo de solo. As diferenças entre os custos unitários dos serviços em diferentes estados brasileiros apresentaram-se irrisórias.

De uma forma geral, constatou-se que a tensão trativa e a topografia exercem papéis determinantes no custo. Quanto maior o valor da tensão e quanto menor a declividade da área, maior é o custo de implantação da rede coletora de esgoto (para os cenários de topografia analisados nesta dissertação).

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12266**: Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água esgoto ou drenagem urbana – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, abr. 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14486**: Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário – Projeto de redes coletoras com tubos de PVC. Rio de Janeiro: ABNT, mar. 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9648**: Estudos de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, nov. 1986a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9649**: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, nov. 1986b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9814**: Execução de rede coletora de esgoto sanitário – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, maio. 1987.

AZEVEDO NETTO, J.M.; FERNANDEZ, M. F. **Manual de Hidráulica**. 9. ed. São Paulo: Blucher, 2015.

AZEVEDO, R. C.; ENSSLIN, L.; LACERDA, R. T. O.; FRANÇA, L. A.; González, C. J. I.; Jungles, A. E.; Ensslin, S. R. Avaliação de desempenho do processo de orçamento: estudo de caso em uma obra de construção civil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 85-104, jan./mar. 2011.

BEZERRA, A. A. **Dimensionamento hidráulico de redes coletoras de esgoto sanitário usando o critério de atendimento crítico**. 152 fls. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos da Universidade Federal do Ceará) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE, 2011.

BRASIL. **Lei nº 11.445/2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**. 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm. Acesso em: 28 jul. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2018**. Brasília: SNS/MDR, 2019a. 180 p.: il.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Plano nacional de saneamento básico**. Brasília: SNS/MDR, 2019b.

BUTLER, D.; MAY, R.; ACKERS, J. Self-Cleansing Sewer Design Based on Sediment Transport Principles. **J. Hydraul. Eng.**, v. 129, p. 276-282, 2003.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI: Metodologias e Conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil / Caixa Econômica Federal**. – 8ª Ed. – Brasília: CAIXA, 2020.

- CAMPISANO, A.; MODICA, C.; CREACO, E.; SHAHSAVARI, G. A model for non-uniform sediment transport induced by flushing in sewer channels. **Water Research**, v. 163, 2019.
- CYNAMON, S. E. **Sistema convencional de esgoto sanitário a custo reduzido**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, 52 p. 1986.
- DANTAS NETO, S. A.; SILVA FILHO, F. C.; SILVA, A. F. Critérios de engenharia para classificação de materiais de escavação em valas. **Geotecnica**. n. 135, pp. 159-168, 2015.
- DANTAS, F. V. A.; LEONETI, A. B.; OLIVEIRA, S. V. W. B.; OLIVEIRA, M. M. B., Uma análise da situação do saneamento no Brasil. **FACEF Pesquisa: Desenvolvimento e Gestão**, v. 15, n.3, p. 272-284, set, out, nov, dez 2012. ISSN: 1516-6503.
- FERREIRA, K. B. **Aplicabilidade de tipos de sistemas urbanos de esgotamento sanitário em função de variáveis climáticas e topográficas**. 217 fls. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio do Janeiro. Rio do Janeiro, 2013.
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRAÚLICA (FCTH). CEsg: Software para projeto de redes de esgoto sanitário - manual do usuário. 2006.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidade e estados. 2020**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb/conde.html>. Acesso em: 25 fev. 2021.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. 2017**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/30/84366>. Acesso em: 28 fev. 2021.
- IZQUIERDO, J.; MONTALVO, I.; PÉREZ, R. FUERTES, V. S. Design optimization of wastewater collection networks by PSO. **Computers & Mathematics with Applications**. v. 56, p. 777-784, 2008.
- LEONETI, A. B.; PRADO, E. L.; OLIVEIRA, S. V. W. B. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 2, p. 331-348, abr. 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-76122011000200003&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 28 fev. 2021.
- MACHADO NETTO, J. G. O.; TSUTIYA, M. T. Tensão trativa: um critério econômico para o dimensionamento das tubulações de esgoto. **Revista DAE**, v.45, n. 140, 1985.
- MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas**. São Paulo: Editora Pini, 2006.
- MESQUITA, M. C. O. **Análise de projeto de sistema de esgotamento sanitário – estimativa de custo para diferentes valores de tensão trativa**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

MIGLIORINI, F. F. **Dimensionamento de um sistema de esgotamento sanitário na microbacia do Arroio Barracão, município de Guaporé-RS**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade do Vale do Taquari, Lajeado – SC, 2019.

MONTES, C.; BOHORQUEZ, J.; BORDA, S.; SALDARRIAGA, J. Criteria of minimum shear stress vs. minimum velocity for selfcleaning sewer pipes design. **Procedia Engineering**, v. 186, p. 69-75, 2017.

NUVOLARI, A. **Esgoto Sanitário: Coleta Transporte, Tratamento e Reuso Agrícola**. Editora Edgard Blücher, São Paulo, Brasil, 2ª edição, 2011. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=gCTTDwAAQBAJ&pg=PA66&lpg=PA66&dq=figura#v=onepage&q=figura&f=false>. Acesso em: 09 maio 2020.

PEREIRA, J. A. R.; SOARES, J. M. **Rede Coletora de Esgoto Sanitário: Projeto, Construção e Operação**. 1a. ed. Belém: NUMA / EDUFPA, 2006. v. 1000. 296p.

QUEIROZ, E.; SILVA, E. C.; MEDEIROS, G. T.; TEIXEIRA, K. B.; ALVIM, L. S.; VIDAL, D. B. **Redes coletoras de esgoto sanitário: a influência da topografia no dimensionamento**. Faculdade Multivix, 2018. Disponível em: <https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2018/12/redes-coletoras-de-esgoto-sanitario-a-influencia-da-topografia-no-dimensionamento.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2021.

RECESA. **Esgotamento sanitário: Projetos e construção de sistemas de esgotamento sanitário: guia do profissional em treinamento: nível 2**. Salvador, 2008.

RODRIGUES, G. P. W. **Computação gráfica e modelagem computacional aplicadas ao traçado e dimensionamento hidráulico de redes coletoras de esgoto sanitário**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE, 2006.

RODRIGUES, G. P. W. **Modelo computacional de redução de custos em redes coletoras de esgoto sanitário com a utilização de um algoritmo híbrido de busca**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE, 2011

SAFARI, M.; AKSOY, H.; UNAL, N. E.; MOHAMMADI, M. Non-deposition self-cleansing design criteria for drainage systems. **Journal of Hydro-environment Research**, v. 14, p. 76-84, 2017.

SAIANI, C. C. S. **Restrições à expansão dos investimentos em saneamento básico no Brasil: déficit de acesso e desempenho dos prestadores**. 2007. 315 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; FILHO, J. C. A.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª ed., rev. e ampl.- Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356p.

SILVA, D. F.; MOREJON, C. F. M.; LESS, F. R. Prospeção do panorama do saneamento rural e urbano no Brasil. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação**

Ambiental, [S. l.], p. 245–257, 2014. DOI: 10.14295/remea.v0i0.4449. Disponível em: <https://www.rbhcs.com/remea/article/view/4449>. Acesso em: 28 fev. 2021.

TELLES, J. R. **Dimensionamento de rede de esgotamento sanitário considerando o uso de diâmetros não progressivos calculados com o programa Sancad**. Monografia (Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária). Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça – SC, 2014.

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

APÊNDICES

Apêndice A - Ampliação dos padrões topográficos

Apêndice B - Projeto de esgotamento sanitário referente ao cenário 1

Apêndice C - Planilha Padrão – Orçamento Analítico (Composições Próprias)

Apêndice D - Planilha Padrão – Orçamento Sintético (Solo de 1ª categoria)

Apêndice E - Planilha Padrão – Orçamento Sintético (Solo de 2ª categoria)

Apêndice F - Planilha de dimensionamento hidráulico - Cenário 1

Apêndice G - Quantitativo dos serviços referentes as etapas de movimento de terra e escoramento de vala

Apêndice H - Custos dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (PARAÍBA)

Apêndice I - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (PARAÍBA)

Apêndice J - Comparação do custo total em relação ao custo menor para cada tensão trativa - Solo de 1ª categoria (PARAÍBA)

Apêndice K - Comparação do custo total em relação ao cenário mais vantajoso - Solo de 1ª categoria (PARAÍBA)

Apêndice L - Custos dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (AMAZONAS)

Apêndice M - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (AMAZONAS)

Apêndice N - Comparação do custo total em relação ao custo menor para cada tensão trativa - Solo de 1ª categoria (AMAZONAS)

Apêndice O - Comparação do custo total em relação ao cenário mais vantajoso - Solo de 1ª categoria (AMAZONAS)

Apêndice P - Custos dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (SÃO PAULO)

Apêndice Q - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (SÃO PAULO)

Apêndice R - Comparação do custo total em relação ao custo menor para cada tensão trativa - Solo de 1ª categoria (SÃO PAULO)

Apêndice S - Comparação do custo total em relação ao cenário mais vantajoso - Solo de 1ª categoria (SÃO PAULO)

Apêndice T - Custos dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (RIO GRANDE DO SUL)

Apêndice U - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (RIO GRANDE DO SUL)

Apêndice V - Comparação do custo total em relação ao custo menor para cada tensão trativa - Solo de 1ª categoria (RIO GRANDE DO SUL)

Apêndice W - Comparação do custo total em relação ao cenário mais vantajoso - Solo de 1ª categoria (RIO GRANDE DO SUL)

Apêndice X - Custos dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (GOIÁS)

Apêndice Y - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (GOIÁS)

Apêndice Z - Comparação do custo total em relação ao custo menor para cada tensão trativa - Solo de 1ª categoria (GOIÁS)

Apêndice AA - Comparação do custo total em relação ao cenário mais vantajoso - Solo de 1ª categoria (GOIÁS)

Apêndice AB - Custos dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (PARAÍBA)

Apêndice AC - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (PARAÍBA)

Apêndice AD - Comparação do custo total em relação ao custo menor para cada tensão trativa - Solo de 2ª categoria (PARAÍBA)

Apêndice AE - Comparação do custo total em relação ao cenário mais vantajoso - Solo de 2ª categoria (PARAÍBA)

Apêndice AF - Custos dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (AMAZONAS)

Apêndice AG - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (AMAZONAS)

Apêndice AH - Comparação do custo total em relação ao custo menor para cada tensão trativa - Solo de 2ª categoria (AMAZONAS)

Apêndice AI - Comparação do custo total em relação ao cenário mais vantajoso - Solo de 2ª categoria (AMAZONAS)

Apêndice AJ - Custos dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (SÃO PAULO)

Apêndice AK - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (SÃO PAULO)

Apêndice AL - Comparação do custo total em relação ao custo menor para cada tensão trativa - Solo de 2ª categoria (SÃO PAULO)

Apêndice AM - Comparação do custo total em relação ao cenário mais vantajoso - Solo de 2ª categoria (SÃO PAULO)

Apêndice AN - Custos dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (RIO GRANDE DO SUL)

Apêndice AO - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (RIO GRANDE DO SUL)

Apêndice AP - Comparação do custo total em relação ao custo menor para cada tensão trativa
- Solo de 2ª categoria (RIO GRANDE DO SUL)

Apêndice AQ - Comparação do custo total em relação ao cenário mais vantajoso - Solo de 2ª categoria (RIO GRANDE DO SUL)

Apêndice AR - Custos dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (GOIÁS)

Apêndice AS - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (GOIÁS)

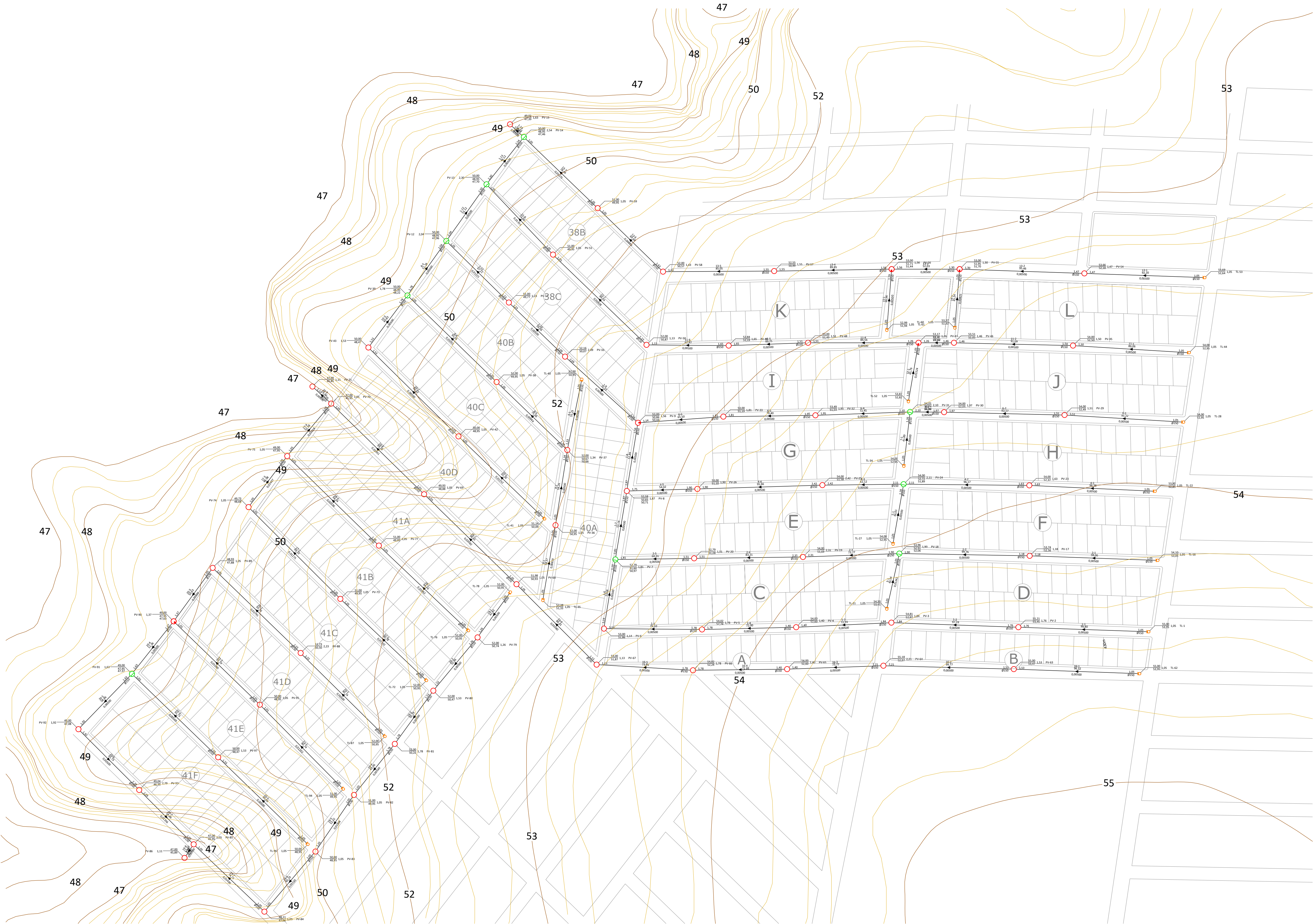
Apêndice AT - Comparação do custo total em relação ao custo menor para cada tensão trativa
- Solo de 2ª categoria (GOIÁS)

Apêndice AU - Comparação do custo total em relação ao cenário mais vantajoso - Solo de 2ª categoria (GOIÁS)

Apêndice A - Ampliação dos padrões topográficos

| TOPOGRAFIA 1 | Curvas de Nível (m) | C01 | C02 | C03 | C04 | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | C14 | C15 | C16 | C17 | C18 | C19 | C20 | C21 | C22 | C23 | C24 | C25 | C26 | C27 | C28 | C29 | C30 | C31 | C32 |
|-----------------------------|------------------------|-------|------|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 48 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 53 | 53 | 53 | 53 |
| | Diferença de Nível (m) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | Declividade Média (%) | 0,93 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOPOGRAFIA 2 | Curvas de Nível (m) | C01 | C02 | C03 | C04 | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | C14 | C15 | C16 | C17 | C18 | C19 | C20 | C21 | C22 | C23 | C24 | C25 | C26 | C27 | C28 | C29 | C30 | C31 | C32 |
| | | 51 | 48,0 | 47 | 48 | 47 | 48 | 48 | 49 | 49 | 50 | 50 | 51 | 51 | 52 | 52 | 53 | 53 | 54 | 54 | 55 | 55 | 56 | 56 | 57 | 57 | 58 | 58 | 59 | 59 | 60 | 60 | 61 | 61 | 62 | 62 | 63 |
| | Diferença de Nível (m) | 4 | 1,0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 | 10 | 10 | 11 | 11 | 12 | 12 | 13 | 13 | 14 | 14 | 15 | 15 | 16 |
| | Declividade Média (%) | 2,33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOPOGRAFIA 3 (MODELO) | Curvas de Nível (m) | C01 | C02 | C03 | C04 | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | C14 | C15 | C16 | C17 | C18 | C19 | C20 | C21 | C22 | C23 | C24 | C25 | C26 | C27 | C28 | C29 | C30 | C31 | C32 |
| | | 40 | 45 | 47 | 48 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 |
| | Diferença de Nível (m) | -7 | -2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| | Declividade Média (%) | 4,67 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOPOGRAFIA 4 | Curvas de Nível (m) | C01 | C02 | C03 | C04 | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | C14 | C15 | C16 | C17 | C18 | C19 | C20 | C21 | C22 | C23 | C24 | C25 | C26 | C27 | C28 | C29 | C30 | C31 | C32 |
| | | 61 | 51 | 47 | 49 | 47 | 49 | 51 | 53 | 55 | 57 | 59 | 61 | 63 | 65 | 67 | 69 | 71 | 73 | 75 | 77 | 79 | 81 | 83 | 85 | 87 | 89 | 91 | 93 | 95 | 97 | 99 | 101 | 103 | 105 | 107 | 109 |
| | Diferença de Nível (m) | 14 | 4 | 0 | 2 | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | 40 | 42 | 44 | 46 | 48 | 50 | 52 | 54 | 56 | 58 | 60 | 62 |
| | Declividade Média (%) | 9,34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOPOGRAFIA 5 | Curvas de Nível (m) | C01 | C02 | C03 | C04 | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | C14 | C15 | C16 | C17 | C18 | C19 | C20 | C21 | C22 | C23 | C24 | C25 | C26 | C27 | C28 | C29 | C30 | C31 | C32 |
| | | 82 | 57 | 47 | 52 | 47 | 52 | 57 | 62 | 67 | 72 | 77 | 82 | 87 | 92 | 97 | 102 | 107 | 112 | 117 | 122 | 127 | 132 | 137 | 142 | 147 | 152 | 157 | 162 | 167 | 172 | 177 | 182 | 187 | 192 | 197 | 202 |
| | Diferença de Nível (m) | 35 | 10 | 0 | 5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 | 135 | 140 | 145 | 150 | 155 |
| | Declividade Média (%) | 24,85 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Apêndice B - Projeto de esgotamento sanitário referente ao cenário 1



LEGENDA:

- TERMINAL DE LIMPEZA (TL)
- POÇO DE VISITA (PV)
- POÇO DE VISITA (PV) C/
TUBO DE QUEDA (TQ)
- TUBULAÇÃO PVC

PROPRIETÁRIO: _____

PROJETO: _____

CONSTRUÇÃO: _____

| | | | |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FOLHA P01 /01 | PROJETO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO E CURVAS DE NÍVEL LOCAL: LOT. VISTA BELA E PUEBLO DEL SOL PROPRIETÁRIO: _____ | | |
| DESENHO | RESPONSÁVEL | INSC. NA P.M.S.V.F. | RUBRICA |
| CÓPIA | | | |
| VISTO | | | |
| ESCALAS 1:1500 | DESENHO(S) TRAÇADO DA REDE COLETORA DE ESGOTO - LOT. VISTA BELA E PUEBLO DEL SOL | | ÁREA DE TERRENO: ÁREA DE CONST.: TX DE OCUPAÇÃO: ÍNDICE DE APROV.: INSC. NA P.M.S.V.F. |

Apêndice C – Planilha Padrão – Orçamento Analítico (Composições Próprias)

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| UFPB - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CT - CENTRO DE TECNOLOGIA PPGECAM - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL | BANCO DE DADOS: SINAPI (PARAÍBA - AMAZONAS - SÃO PAULO - RIO GRANDE DO SUL - GOIÁS) DATA BASE: 11/2020 |
| OBRA: REDE COLETORA DE ESGOTO SANITÁRIO NO LOTEAMENTO VISTA BELA E PUEBLO DEL SOL, CONDE - PB | |

| PLANILHA PADRÃO - ORÇAMENTO ANALÍTICO - COMPOSIÇÕES PRÓPRIAS | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------|-------------|--------------|--------------|
| 1.4 | Código | Banco | Descrição | Tipo | Und | Quant. | Valor Unit | Total |
| Composição | COMPOSIÇÃO MEST 01 | Próprio | ESCAVACAO MECANICA DE VALA EM MATERIAL DE 2A. CATEGORIA ACIMA DE 6 M DE PROFUNDIDADE COM UTILIZACAO DE ESCAVADEIRA HIDRAULICA (ADAP. SINAPI 72918) | ASTU - ASSENTAMENTO DE TUBOS E PECAS | M³ | 1,00 | 25,32 | 25,32 |
| Composição Auxiliar | 88316 | SINAPI | SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS | H | 0,0952 | 13,67 | 1,30 |
| Composição Auxiliar | 90991 | SINAPI | ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS, CAÇAMBA 0,80 M3, PESO OPERACIONAL 17,8 T, POTÊNCIA LÍQUIDA 110 HP - CHP DIURNO. AF_10/2014 | CHOR - CUSTOS HORÁRIOS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS | CHP | 0,1906 | 126,06 | 24,02 |

| 1.5 | Código | Banco | Descrição | Tipo | Und | Quant. | Valor Unit | Total |
|---------------------|---------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| Composição | COMPOSIÇÃO MEST 02 | Próprio | ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. MAIOR QUE 6,0 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (1,2 M3/155 HP), LARG. MENOR QUE 1,5 M, EM SOLO DE 1A CATEGORIA, LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015 (ADAP. SINAPI 90096) | ASTU - ASSENTAMENTO DE TUBOS E PECAS | m³ | 1,00 | 2,70 | 2,70 |
| Composição Auxiliar | 88907 | SINAPI | ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS, CAÇAMBA 1,20 M3, PESO OPERACIONAL 21 T, POTÊNCIA BRUTA 155 HP - CHP DIURNO. AF_06/2014 | CHOR - CUSTOS HORÁRIOS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS | CHP | 0,0110000 | 151,40 | 1,66 |
| Composição Auxiliar | 88908 | SINAPI | ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS, CAÇAMBA 1,20 M3, PESO OPERACIONAL 21 T, POTÊNCIA BRUTA 155 HP - CHI DIURNO. AF_06/2014 | CHOR - CUSTOS HORÁRIOS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS | CHI | 0,0119000 | 61,75 | 0,73 |
| Composição Auxiliar | 88316 | SINAPI | SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS | H | 0,0228000 | 13,67 | 0,31 |

Apêndice C – Planilha Padrão – Orçamento Analítico (Composições Próprias)

continuação

| | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------|-------|
| UFPB - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CT - CENTRO DE TECNOLOGIA PPGECAM - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL | | | | | BANCO DE DADOS: SINAPI (PARAÍBA - AMAZONAS - SÃO PAULO - RIO GRANDE DO SUL - GOIÁS) | | | |
| OBRA: REDE COLETORA DE ESGOTO SANITÁRIO NO LOTEAMENTO VISTA BELA E PUEBLO DEL SOL, CONDE - PB | | | | | DATA BASE: 11/2020 | | | |
| PLANILHA PADRÃO - ORÇAMENTO ANALÍTICO - COMPOSIÇÕES PRÓPRIAS | | | | | | | | |
| 2.5 | Código | Banco | Descrição | Tipo | Und | Quant. | Valor Unit | Total |
| Composição | COMPOSIÇÃO MEST 03 | Próprio | ESCORAMENTO DE VALA, TIPO CONTÍNUO COM PERFIL METÁLICO "U", COM PROFUNDIDADE ACIMA DE 4,5 M, LARGURA MENOR QUE 1,5 M (ADAP. SINAPI 101592) | ASTU - ASSENTAMENTO DE TUBOS E PECAS | m² | 1,00 | 17,09 | 17,09 |
| Composição Auxiliar | 5631 | SINAPI | ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS, CAÇAMBA 0,80 M3, PESO OPERACIONAL 17 T, POTENCIA BRUTA 111 HP - CHP DIURNO. AF_06/2014 | CHOR - CUSTOS HORÁRIOS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS | CHP | 0,0426 | 129,30 | 5,50 |
| Composição Auxiliar | 5632 | SINAPI | ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS, CAÇAMBA 0,80 M3, PESO OPERACIONAL 17 T, POTENCIA BRUTA 111 HP - CHI DIURNO. AF_06/2014 | CHOR - CUSTOS HORÁRIOS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS | CHI | 0,0426 | 58,39 | 2,48 |
| Composição Auxiliar | 88316 | SINAPI | SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS | H | 0,3346 | 13,67 | 4,57 |
| Insumo | 00002736 | SINAPI | PONTALETE ROLIÇO SEM TRATAMENTO, D = 20 A 24 CM, H = 3 M, EM EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA (PARA ESCORAMENTO) | Material | M | 0,0905 | 9,90 | 0,89 |
| Insumo | 00043692 | SINAPI | PERFIL "U" EM CHAPA ACO DOBRADA, E = 3,04 MM, H = 20 CM, ABAS = 5 CM (4,47 KG/M) | Material | KG | 0,0612 | 6,48 | 0,39 |
| Insumo | 00005061 | SINAPI | PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 18 X 27 (2 1/2 X 10) | Material | KG | 0,0160 | 13,26 | 0,21 |
| Insumo | 00006189 | SINAPI | TABUA DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 30* CM, CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIAO | Material | M | 0,2445 | 12,49 | 3,05 |

Apêndice C – Planilha Padrão – Orçamento Analítico (Composições Próprias)

continuação

| | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------|--------|
| UFPB - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CT - CENTRO DE TECNOLOGIA PPGECAM - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL | | | | | BANCO DE DADOS: SINAPI (PARAÍBA - AMAZONAS - SÃO PAULO - RIO GRANDE DO SUL - GOIÁS) | | | |
| OBRA: REDE COLETORA DE ESGOTO SANITÁRIO NO LOTEAMENTO VISTA BELA E PUEBLO DEL SOL, CONDE - PB | | | | | DATA BASE: 11/2020 | | | |
| PLANILHA PADRÃO - ORÇAMENTO ANALÍTICO - COMPOSIÇÕES PRÓPRIAS | | | | | | | | |
| 3.7 | Código | Banco | Descrição | Tipo | Und | Quant. | Valor Unit | Total |
| Composição | COMPOSIÇÃO MEST 04 | Próprio | ASSENT. DE TUBO DE QUEDA EXTERNO COM FORNECIMENTO DO MAT. HIDRAULICO (ADAP. SEINFRA C0232/EMBASA 100504) | ASTU - ASSENTAMENTO DE TUBOS E PECAS | UND | 1,00 | 398,85 | 398,85 |
| Composição Auxiliar | 94963 | SINAPI | CONCRETO FCK = 15MPA, TRAÇO 1:3,4:3,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 07/2016 | FUES - FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS | m³ | 0,1848 | 339,75 | 62,78 |
| Composição Auxiliar | 88262 | SINAPI | CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS | H | 0,7500 | 19,17 | 14,37 |
| Composição Auxiliar | 88248 | SINAPI | AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS | H | 1,00 | 14,59 | 14,59 |
| Composição Auxiliar | 88316 | SINAPI | SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS | H | 1,00 | 13,67 | 13,67 |
| Insumo | 00005061 | SINAPI | PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 18 X 27 (2 1/2 X 10) | Material | KG | 0,1000 | 13,26 | 1,32 |
| Insumo | 00001346 | SINAPI | CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA PARA FORMA DE CONCRETO, DE 2,20 x 1,10 M, E = 10 MM | Material | m² | 0,6500 | 24,88 | 16,17 |
| Insumo | 00004513 | SINAPI | CAIBRO 5 X 5 CM EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA | Material | M | 1,5000 | 3,43 | 5,14 |
| Insumo | 00038032 | SINAPI | TUBO PVC CORRUGADO, PAREDE DUPLA, JE, DN 150 MM, REDE COLETORA ESGOTO | Material | M | 1,00 | 38,62 | 38,62 |
| Insumo | 00001865 | SINAPI | CURVA LONGA PVC, PB, JE, 90 GRAUS, DN 150 MM, PARA REDE COLETORA ESGOTO (NBR 10569) | Material | UN | 1,00 | 137,24 | 137,24 |
| Insumo | 00007069 | SINAPI | TE, PVC, 90 GRAUS, BBB, JE, DN 150 MM, PARA REDE COLETORA ESGOTO (NBR 10569) | Material | UN | 1,00 | 94,95 | 94,95 |

Apêndice D – Planilha Padrão – Orçamento Sintético (Solo de 1ª categoria)

| | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------|-------|
| UFPB - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CT - CENTRO DE TECNOLOGIA PPGECAM - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL | | | | BANCO DE DADOS: SINAPI (PARAÍBA - AMAZONAS - SÃO PAULO - RIO GRANDE DO SUL - GOIÁS) | | | |
| OBRA: REDE COLETORA DE ESGOTO SANITÁRIO NO LOTEAMENTO VISTA BELA E PUEBLO DEL SOL, CONDE - PB | | | | DATA BASE: 11/2020 | | | |
| PLANILHA PADRÃO - ORÇAMENTO SINTÉTICO – SOLO DE 1ª CATEGORIA | | | | | | | |
| Item | Código | Banco | Descrição | Und | Quant. | Valor Unit | Total |
| 1 | | | MOVIMENTO DE TERRA | | | | 0,00 |
| 1.1 | 90106 | SINAPI | ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROFUNDIDADE ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO) COM RETROESCAVADEIRA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA DA RETRO: 0,26 M3 / POTÊNCIA: 88 HP), LARGURA DE 0,8 M A 1,5 M, EM SOLO DE 1A CATEGORIA, LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015 | m³ | | | 0,00 |
| 1.2 | 90092 | SINAPI | ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. MAIOR QUE 1,5 M E ATÉ 3,0 M(MÉDIA ENTRE MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (0,8 M3/111 HP), LARG. MENOR QUE 1,5 M, EM SOLO DE 1A CATEGORIA, LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015 | m³ | | | 0,00 |
| 1.3 | 90094 | SINAPI | ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. MAIOR QUE 3,0 M ATÉ 4,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (0,8 M3/111 HP), LARG. MENOR QUE 1,5 M, EM SOLO DE 1A CATEGORIA, LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015 | m³ | | | 0,00 |
| 1.4 | 90096 | SINAPI | ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. MAIOR QUE 4,5 M ATÉ 6,0 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (1,2 M3/155 HP), LARG. MENOR QUE 1,5 M, EM SOLO DE 1A CATEGORIA, LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015 | m³ | | | 0,00 |
| 1.5 | COMPOSIÇÃO MEST 02 | Próprio | ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. MAIOR QUE 6,0 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (1,2 M3/155 HP), LARG. MENOR QUE 1,5 M, EM SOLO DE 1A CATEGORIA, LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015 (ADAP. SINAPI 90096) | m³ | | | 0,00 |
| 1.6 | 93382 | SINAPI | REATERRO MANUAL DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MECANIZADA. | m³ | | | 0,00 |

Apêndice D – Planilha Padrão – Orçamento Sintético (Solo de 1ª categoria)

continuação

| UFPB - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CT - CENTRO DE TECNOLOGIA PPGECA - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL OBRA: REDE COLETORA DE ESGOTO SANITÁRIO NO LOTEAMENTO VISTA BELA E PUEBLO DEL SOL, CONDE - PB | | | | BANCO DE DADOS: SINAPI (PARAÍBA - AMAZONAS - SÃO PAULO - RIO GRANDE DO SUL - GOIÁS) DATA BASE: 11/2020 | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------|-------|
| PLANILHA PADRÃO - ORÇAMENTO SINTÉTICO – SOLO DE 1ª CATEGORIA | | | | | | | |
| Item | Código | Banco | Descrição | Und | Quant. | Valor Unit | Total |
| 2 | | | ESCORAMENTO | | | | 0,00 |
| 2.1 | 94045 | SINAPI | ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTALETEAMENTO, COM PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016 | m² | | | 0,00 |
| 2.2 | 94057 | SINAPI | ESCORAMENTO DE VALA, TIPO DESCONTÍNUO, COM PROFUNDIDADE DE 1,5 M A 3,0 M, LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016 | m² | | | 0,00 |
| 2.3 | 101586 | SINAPI | ESCORAMENTO DE VALA, TIPO CONTÍNUO, COM PROFUNDIDADE DE 3,0 A 4,5 M, LARGURA MENOR QUE 1,5 M. AF_08/2020 | m² | | | 0,00 |
| 2.4 | 101592 | SINAPI | ESCORAMENTO DE VALA, TIPO CONTÍNUO COM PERFIL METÁLICO "U", COM PROFUNDIDADE DE 3,0 A 4,5 M, LARGURA MENOR QUE 1,5 M. AF_08/2020 | m² | | | 0,00 |
| 2.5 | COMPOSIÇÃO MEST 03 | Próprio | ESCORAMENTO DE VALA, TIPO CONTÍNUO COM PERFIL METÁLICO "U", COM PROFUNDIDADE ACIMA DE 4,5 M, LARGURA MENOR QUE 1,5 M (ADAP. SINAPI 101592) | m² | | | 0,00 |
| 3 | | | ÓRGÃOS ACESSÓRIOS | | | | 0,00 |
| 3.1 | 98420 | SINAPI | (COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) POÇO DE VISITA CIRCULAR PARA ESGOTO, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,0 M, PROFUNDIDADE ATÉ 1,50 M, INCLUINDO TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO, DIÂMETRO DE 60 CM. AF_04/2018 | UN | | | 0,00 |
| 3.2 | 98421 | SINAPI | (COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) POÇO DE VISITA CIRCULAR PARA ESGOTO, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,0 M, PROFUNDIDADE DE 1,50 A 2,00 M, INCLUINDO TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO, DIÂMETRO DE 60 CM. AF_04/2018 | UN | | | 0,00 |
| 3.3 | 98422 | SINAPI | (COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) POÇO DE VISITA CIRCULAR PARA ESGOTO, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,0 M, PROFUNDIDADE DE 2,00 A 2,50 M, INCLUINDO TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO, DIÂMETRO DE 60 CM. AF_04/2018 | UN | | | 0,00 |

Apêndice D – Planilha Padrão – Orçamento Sintético (Solo de 1ª categoria)

continuação

| | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------|-------|
| UFPB - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CT - CENTRO DE TECNOLOGIA PPGECAM - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL | | | | BANCO DE DADOS: SINAPI (PARAÍBA - AMAZONAS - SÃO PAULO - RIO GRANDE DO SUL - GOIÁS) | | | |
| OBRA: REDE COLETORA DE ESGOTO SANITÁRIO NO LOTEAMENTO VISTA BELA E PUEBLO DEL SOL, CONDE - PB | | | | DATA BASE: 11/2020 | | | |
| PLANILHA PADRÃO - ORÇAMENTO SINTÉTICO - SOLO DE 1ª CATEGORIA | | | | | | | |
| Item | Código | Banco | Descrição | Und | Quant. | Valor Unit | Total |
| 3 | | | ÓRGÃOS ACESSÓRIOS | | | | 0,00 |
| 3.4 | 98423 | SINAPI | (COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) POÇO DE VISITA CIRCULAR PARA ESGOTO, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,0 M, PROFUNDIDADE DE 2,50 A 3,00 M, INCLUINDO TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO, DIÂMETRO DE 60 CM. AF 04/2018 | UN | | | 0,00 |
| 3.5 | 98424 | SINAPI | (COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) POÇO DE VISITA CIRCULAR PARA ESGOTO, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,0 M, PROFUNDIDADE DE 3,00 A 3,50 M, INCLUINDO TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO, DIÂMETRO DE 60 CM. AF 04/2018 | UN | | | 0,00 |
| 3.6 | 97991 | SINAPI | ACRÉSCIMO PARA POÇO DE VISITA CIRCULAR PARA ESGOTO, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,5 M. AF 05/2018 | M | | | 0,00 |
| 3.7 | COMPOSIÇÃO MEST 04 | Próprio | ASSENT. DE TUBO DE QUEDA EXTERNO COM FORNECIMENTO DO MAT. HIDRAULICO (ADAP. SEINFRA C0232/EMBASA 100504) | UND | | | 0,00 |

Apêndice E – Planilha Padrão – Orçamento Sintético (Solo de 2ª categoria)

| | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------|-------|
| UFPB - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CT - CENTRO DE TECNOLOGIA PPGECAM - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL | | | | BANCO DE DADOS: SINAPI (PARAÍBA -AMAZONAS - SÃO PAULO - RIO GRANDE DO SUL - GOIÁS) | | | |
| OBRA: REDE COLETORA DE ESGOTO SANITÁRIO NO LOTEAMENTO VISTA BELA E PUEBLO DEL SOL, CONDE - PB | | | | DATA BASE: 11/2020 | | | |
| PLANILHA PADRÃO - ORÇAMENTO SINTÉTICO - SOLO DE 2ª CATEGORIA | | | | | | | |
| Item | Código | Banco | Descrição | Und | Quant. | Valor Unit | Total |
| 1 | | | MOVIMENTO DE TERRA | | | | 0,00 |
| 1.1 | 72915 | SINAPI | ESCAVACAO MECANICA DE VALA EM MATERIAL DE 2A. CATEGORIA ATE 2 M DE PROFUNDIDADE COM UTILIZACAO DE ESCAVADEIRA HIDRAULICA | m³ | | | 0,00 |
| 1.2 | 72917 | SINAPI | ESCAVACAO MECANICA DE VALA EM MATERIAL 2A. CATEGORIA DE 2,01 ATE 4,00 M DE PROFUNDIDADE COM UTILIZACAO DE ESCAVADEIRA HIDRAULICA | m³ | | | 0,00 |
| 1.3 | 72918 | SINAPI | ESCAVACAO MECANICA DE VALA EM MATERIAL 2A. CATEGORIA DE 4,01 ATE 6,00 M DE PROFUNDIDADE COM UTILIZACAO DE ESCAVADEIRA HIDRAULICA | m³ | | | 0,00 |
| 1.4 | COMPOSIÇÃO MEST 01 | Próprio | ESCAVACAO MECANICA DE VALA EM MATERIAL DE 2A. CATEGORIA ACIMA DE 6 M DE PROFUNDIDADE COM UTILIZACAO DE ESCAVADEIRA HIDRAULICA (ADAP. SINAPI 72918) | m³ | | | 0,00 |
| 1.5 | 93382 | SINAP | REATERRO MANUAL DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MECANIZADA. | m³ | | | 0,00 |
| 2 | | | ESCORAMENTO | | | | 0,00 |
| 2.1 | 94045 | SINAPI | ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTALETEAMENTO, COM PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016 | m² | | | 0,00 |
| 2.2 | 94057 | SINAPI | ESCORAMENTO DE VALA, TIPO DESCONTÍNUO, COM PROFUNDIDADE DE 1,5 M A 3,0 M, LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016 | m² | | | 0,00 |
| 2.3 | 101586 | SINAPI | ESCORAMENTO DE VALA, TIPO CONTÍNUO, COM PROFUNDIDADE DE 3,0 A 4,5 M, LARGURA MENOR QUE 1,5 M. AF 08/2020 | m² | | | 0,00 |
| 2.4 | 101592 | SINAPI | ESCORAMENTO DE VALA, TIPO CONTÍNUO COM PERFIL METÁLICO "U", COM PROFUNDIDADE DE 3,0 A 4,5 M, LARGURA MENOR QUE 1,5 M. AF 08/2020 | m² | | | 0,00 |
| 2.5 | COMPOSIÇÃO MEST 03 | Próprio | ESCORAMENTO DE VALA, TIPO CONTÍNUO COM PERFIL METÁLICO "U", COM PROFUNDIDADE ACIMA DE 4,5 M, LARGURA MENOR QUE 1,5 M (ADAP. SINAPI 101592) | m² | | | 0,00 |

Apêndice E – Planilha Padrão – Orçamento Sintético (Solo de 2ª categoria)

Continuação

| | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------|-------|
| UFPB - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CT - CENTRO DE TECNOLOGIA PPGECAM - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL | | | | BANCO DE DADOS: SINAPI (PARAÍBA -AMAZONAS - SÃO PAULO - RIO GRANDE DO SUL - GOIÁS) | | | |
| OBRA: REDE COLETORA DE ESGOTO SANITÁRIO NO LOTEAMENTO VISTA BELA E PUEBLO DEL SOL, CONDE - PB | | | | DATA BASE: 11/2020 | | | |
| PLANILHA PADRÃO - ORÇAMENTO SINTÉTICO - SOLO DE 2ª CATEGORIA | | | | | | | |
| Item | Código | Banco | Descrição | Und | Quant. | Valor Unit | Total |
| 3 | | | ÓRGÃOS ACESSÓRIOS | | | | 0,00 |
| 3.1 | 98420 | SINAPI | (COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) POÇO DE VISITA CIRCULAR PARA ESGOTO, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,0 M, PROFUNDIDADE ATÉ 1,50 M, INCLUINDO TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO, DIÂMETRO DE 60 CM. AF 04/2018 | UN | | | 0,00 |
| 3.2 | 98421 | SINAPI | (COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) POÇO DE VISITA CIRCULAR PARA ESGOTO, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,0 M, PROFUNDIDADE DE 1,50 A 2,00 M, INCLUINDO TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO, DIÂMETRO DE 60 CM. AF 04/2018 | UN | | | 0,00 |
| 3.3 | 98422 | SINAPI | (COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) POÇO DE VISITA CIRCULAR PARA ESGOTO, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,0 M, PROFUNDIDADE DE 2,00 A 2,50 M, INCLUINDO TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO, DIÂMETRO DE 60 CM. AF 04/2018 | UN | | | 0,00 |
| 3.4 | 98423 | SINAPI | (COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) POÇO DE VISITA CIRCULAR PARA ESGOTO, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,0 M, PROFUNDIDADE DE 2,50 A 3,00 M, INCLUINDO TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO, DIÂMETRO DE 60 CM. AF 04/2018 | UN | | | 0,00 |
| 3.5 | 98424 | SINAPI | (COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) POÇO DE VISITA CIRCULAR PARA ESGOTO, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,0 M, PROFUNDIDADE DE 3,00 A 3,50 M, INCLUINDO TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO, DIÂMETRO DE 60 CM. AF 04/2018 | UN | | | 0,00 |
| 3.6 | 97991 | SINAPI | ACRÉSCIMO PARA POÇO DE VISITA CIRCULAR PARA ESGOTO, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,5 M. AF 05/2018 | M | | | 0,00 |
| 3.7 | COMPOSIÇÃO MEST 04 | Próprio | ASSENT. DE TUBO DE QUEDA EXTERNO COM FORNECIMENTO DO MAT. HIDRAULICO (ADAP. SEINFRA C0232/EMBASA 100504) | UND | | | 0,00 |

Apêndice F – Resultado do dimensionamento hidráulico (Cenário 1)

| RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO - CENÁRIO 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|--------|------------------------------|-------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------|----------------------|
| Coletor | Trecho | PV Inicial PV Final | Ext. (m) | Cont. Lin. (l/s/km) Inicial / Final | Cont. Tre. (l/s/km) Inicial / Final | Q Pontual (l/s) | Q Mont. (l/s) Inicial / Final | Q Jus. (l/s) Inicial / Final | Diâm. (mm) | Decliv. (m/m) | Cota Ter. (m) | Cota Col. (m) | Rec. Col. (m) mon/jus | Prof. Vala (m) mon / jus | y/D Inicial / Final | V (m/s) Inicial / Final | Tensão Trativa (Pa) Vc (m/s) | n Manning | Larg. Vala (m) |
| C1 | 1-1 | 39 | 99,80 | 0,50 | 0,050 | 0,000 | 0,000 | 0,050 | 150 | 0,0050 | 55,00 | 54,10 | 0,75 | 1,05 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,70 |
| | | 40 | | 1,63 | 0,163 | 0,000 | 0,000 | 0,163 | | | 55,21 | 53,45 | 1,61 | 1,76 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C1 | 1-2 | 40 | 97,19 | 0,50 | 0,048 | 0,000 | 0,050 | 0,098 | 150 | 0,0050 | 55,21 | 53,60 | 1,46 | 1,76 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 41 | | 1,63 | 0,159 | 0,000 | 0,163 | 0,322 | | | 54,81 | 52,97 | 1,69 | 1,84 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C1 | 1-3 | 41 | 72,93 | 0,50 | 0,036 | 0,000 | 0,098 | 0,135 | 150 | 0,0050 | 54,81 | 53,12 | 1,54 | 1,84 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 42 | | 1,63 | 0,119 | 0,000 | 0,322 | 0,441 | | | 54,00 | 52,60 | 1,25 | 1,40 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C1 | 1-4 | 42 | 72,00 | 0,50 | 0,036 | 0,000 | 0,135 | 0,171 | 150 | 0,0050 | 54,00 | 52,75 | 1,10 | 1,40 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 43 | | 1,63 | 0,118 | 0,000 | 0,441 | 0,559 | | | 54,02 | 52,24 | 1,63 | 1,78 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C1 | 1-5 | 43 | 73,72 | 0,50 | 0,037 | 0,000 | 0,171 | 0,207 | 150 | 0,0050 | 54,02 | 52,39 | 1,48 | 1,78 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 44 | | 1,63 | 0,120 | 0,000 | 0,559 | 0,679 | | | 53,00 | 51,87 | 0,98 | 1,13 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C1 | 1-6 | 44 | 52,74 | 0,50 | 0,026 | 0,000 | 0,207 | 0,234 | 150 | 0,0050 | 53,00 | 52,02 | 0,83 | 1,13 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 45 | | 1,63 | 0,086 | 0,000 | 0,679 | 0,765 | | | 52,81 | 51,61 | 1,05 | 1,20 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C2 | 2-1 | 45 | 98,06 | 0,50 | 0,049 | 0,000 | 0,000 | 0,049 | 150 | 0,0050 | 54,10 | 53,20 | 0,75 | 1,05 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 46 | | 1,63 | 0,160 | 0,000 | 0,000 | 0,160 | | | 53,74 | 52,56 | 1,03 | 1,18 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C2 | 2-2 | 46 | 99,76 | 0,50 | 0,050 | 0,000 | 0,049 | 0,099 | 150 | 0,0050 | 53,74 | 52,71 | 0,88 | 1,18 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 47 | | 1,63 | 0,163 | 0,000 | 0,160 | 0,323 | | | 53,96 | 52,06 | 1,75 | 1,90 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C3 | 3-1 | 47 | 43,54 | 0,50 | 0,022 | 0,000 | 0,000 | 0,022 | 150 | 0,0124 | 54,50 | 53,60 | 0,75 | 1,05 | 0,19 | 0,64 | 2,11 | 0,012 | 0,80 |
| | | 12 | | 1,63 | 0,071 | 0,000 | 0,000 | 0,071 | | | 53,96 | 52,91 | 0,90 | 1,05 | 0,19 | 0,64 | 2,47 | 0,012 | |
| C2 | 2-3 | 12 | 73,77 | 0,50 | 0,037 | 0,000 | 0,120 | 0,157 | 150 | 0,0050 | 53,96 | 52,21 | 1,60 | 1,90 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 13 | | 1,63 | 0,121 | 0,000 | 0,394 | 0,515 | | | 54,00 | 51,69 | 2,16 | 2,31 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C2 | 2-4 | 13 | 72,87 | 0,50 | 0,036 | 0,000 | 0,157 | 0,194 | 150 | 0,0050 | 54,00 | 51,84 | 2,01 | 2,31 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 14 | | 1,63 | 0,119 | 0,000 | 0,515 | 0,634 | | | 53,00 | 51,33 | 1,52 | 1,67 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |

Apêndice F – Resultado do dimensionamento hidráulico (Cenário 1)

Continuação

| RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO - CENÁRIO 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|--------|------------------------------|-------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------|----------------------|
| Coletor | Trecho | PV Inicial PV Final | Ext. (m) | Cont. Lin. (l/s/km) Inicial / Final | Cont. Tre. (l/s/km) Inicial / Final | Q Pontual (l/s) | Q Mont. (l/s) Inicial / Final | Q Jus. (l/s) Inicial / Final | Diâm. (mm) | Decliv. (m/m) | Cota Ter. (m) | Cota Col. (m) | Rec. Col. (m) mon/jus | Prof. Vala (m) mon / jus | y/D Inicial / Final | V (m/s) Inicial / Final | Tensão Trativa (Pa) Vc (m/s) | n Manning | Larg. Vala (m) |
| C2 | 2-5 | 14 | 69,40 | 0,50 | 0,035 | 0,000 | 0,194 | 0,228 | 150 | 0,0050 | 53,00 | 51,48 | 1,37 | 1,67 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 15 | | 1,63 | 0,113 | 0,000 | 0,634 | 0,747 | | | 52,81 | 50,98 | 1,68 | 1,83 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C1 | 1-7 | 15 | 57,15 | 0,50 | 0,029 | 0,000 | 0,462 | 0,490 | 150 | 0,0050 | 52,81 | 51,13 | 1,53 | 1,83 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 16 | | 1,63 | 0,093 | 0,000 | 1,512 | 1,606 | | | 52,59 | 50,69 | 1,74 | 1,89 | 0,25 | 0,45 | 2,81 | 0,012 | |
| C4 | 4-1 | 50 | 99,82 | 0,50 | 0,050 | 0,000 | 0,000 | 0,050 | 150 | 0,0050 | 53,90 | 53,00 | 0,75 | 1,05 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 51 | | 1,63 | 0,163 | 0,000 | 0,000 | 0,163 | | | 54,00 | 52,35 | 1,50 | 1,65 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C4 | 4-2 | 51 | 98,93 | 0,50 | 0,049 | 0,000 | 0,050 | 0,099 | 150 | 0,0050 | 54,00 | 52,50 | 1,35 | 1,65 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 52 | | 1,63 | 0,162 | 0,000 | 0,163 | 0,325 | | | 54,00 | 51,86 | 1,99 | 2,14 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C5 | 5-1 | 52 | 46,08 | 0,50 | 0,023 | 0,000 | 0,000 | 0,023 | 150 | 0,0050 | 54,00 | 53,10 | 0,75 | 1,05 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 53 | | 1,63 | 0,075 | 0,000 | 0,000 | 0,075 | | | 54,00 | 52,72 | 1,13 | 1,28 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C4 | 4-3 | 53 | 72,90 | 0,50 | 0,036 | 0,000 | 0,122 | 0,159 | 150 | 0,0050 | 54,00 | 52,01 | 1,84 | 2,14 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 54 | | 1,63 | 0,119 | 0,000 | 0,400 | 0,519 | | | 54,00 | 51,49 | 2,36 | 2,51 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C4 | 4-4 | 54 | 68,54 | 0,50 | 0,034 | 0,000 | 0,159 | 0,193 | 150 | 0,0050 | 54,00 | 51,64 | 2,21 | 2,51 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 55 | | 1,63 | 0,112 | 0,000 | 0,519 | 0,631 | | | 53,00 | 51,15 | 1,70 | 1,85 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C4 | 4-5 | 55 | 69,38 | 0,50 | 0,035 | 0,000 | 0,193 | 0,227 | 150 | 0,0050 | 53,00 | 51,30 | 1,55 | 1,85 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 56 | | 1,63 | 0,113 | 0,000 | 0,631 | 0,744 | | | 52,59 | 50,80 | 1,64 | 1,79 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C1 | 1-8 | 56 | 49,78 | 0,50 | 0,025 | 0,000 | 0,718 | 0,742 | 150 | 0,0050 | 52,59 | 50,84 | 1,59 | 1,89 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 57 | | 1,63 | 0,081 | 0,000 | 2,350 | 2,432 | | | 52,00 | 50,45 | 1,40 | 1,55 | 0,31 | 0,51 | 3,07 | 0,012 | |
| C6 | 6-1 | 57 | 91,22 | 0,50 | 0,046 | 0,000 | 0,000 | 0,046 | 150 | 0,0050 | 54,00 | 53,10 | 0,75 | 1,05 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 47 | | 1,63 | 0,149 | 0,000 | 0,000 | 0,149 | | | 54,00 | 52,49 | 1,36 | 1,51 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C6 | 6-2 | 29 | 92,17 | 0,50 | 0,046 | 0,000 | 0,046 | 0,091 | 150 | 0,0050 | 54,00 | 52,64 | 1,21 | 1,51 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 30 | | 1,63 | 0,151 | 0,000 | 0,149 | 0,300 | | | 54,00 | 52,03 | 1,82 | 1,97 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |

Apêndice F – Resultado do dimensionamento hidráulico (Cenário 1)

Continuação

| RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO - CENÁRIO 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|--------|------------------------------|-------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------|----------------------|
| Coletor | Trecho | PV Inicial PV Final | Ext. (m) | Cont. Lin. (l/s/km) Inicial / Final | Cont. Tre. (l/s/km) Inicial / Final | Q Pontual (l/s) | Q Mont. (l/s) Inicial / Final | Q Jus. (l/s) Inicial / Final | Diâm. (mm) | Decliv. (m/m) | Cota Ter. (m) | Cota Col. (m) | Rec. Col. (m) mon/jus | Prof. Vala (m) mon / jus | y/D Inicial / Final | V (m/s) Inicial / Final | Tensão Trativa (Pa) Vc (m/s) | n Manning | Larg. Vala (m) |
| C6 | 6-3 | 30 | 29,89 | 0,50 | 0,015 | 0,000 | 0,091 | 0,106 | 150 | 0,0050 | 54,00 | 52,18 | 1,67 | 1,97 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 31 | | 1,63 | 0,049 | 0,000 | 0,300 | 0,348 | | | 54,00 | 51,88 | 1,97 | 2,12 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C7 | 7-1 | 31 | 41,62 | 0,50 | 0,021 | 0,000 | 0,000 | 0,021 | 150 | 0,0050 | 54,00 | 53,10 | 0,75 | 1,05 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 32 | | 1,63 | 0,068 | 0,000 | 0,000 | 0,068 | | | 54,00 | 52,74 | 1,11 | 1,26 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C6 | 6-4 | 32 | 68,57 | 0,50 | 0,034 | 0,000 | 0,127 | 0,161 | 150 | 0,0050 | 54,00 | 52,03 | 1,82 | 2,12 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 33 | | 1,63 | 0,112 | 0,000 | 0,416 | 0,528 | | | 53,49 | 51,54 | 1,80 | 1,95 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C6 | 6-5 | 33 | 66,80 | 0,50 | 0,033 | 0,000 | 0,161 | 0,195 | 150 | 0,0050 | 53,49 | 51,69 | 1,65 | 1,95 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 34 | | 1,63 | 0,109 | 0,000 | 0,528 | 0,638 | | | 53,00 | 51,21 | 1,64 | 1,79 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C6 | 6-6 | 34 | 69,52 | 0,50 | 0,035 | 0,000 | 0,195 | 0,229 | 150 | 0,0050 | 53,00 | 51,36 | 1,49 | 1,79 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 9 | | 1,63 | 0,114 | 0,000 | 0,638 | 0,751 | | | 52,00 | 50,86 | 0,99 | 1,14 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C1 | 1-9 | 9 | 62,58 | 0,50 | 0,031 | 0,000 | 0,972 | 1,003 | 150 | 0,0050 | 52,00 | 50,60 | 1,25 | 1,55 | 0,24 | 0,45 | 1,05 | 0,012 | 0,80 |
| | | 10 | | 1,63 | 0,102 | 0,000 | 3,183 | 3,285 | | | 52,00 | 50,13 | 1,72 | 1,87 | 0,37 | 0,56 | 3,26 | 0,012 | |
| C8 | 8-1 | 10 | 58,86 | 0,50 | 0,029 | 0,000 | 0,000 | 0,029 | 150 | 0,0065 | 52,38 | 51,48 | 0,75 | 1,05 | 0,23 | 0,49 | 1,31 | 0,012 | 0,80 |
| | | 11 | | 1,63 | 0,096 | 0,000 | 0,000 | 0,096 | | | 52,00 | 50,95 | 0,90 | 1,05 | 0,23 | 0,49 | 2,69 | 0,012 | |
| C8 | 8-2 | 11 | 61,57 | 0,50 | 0,031 | 0,000 | 0,029 | 0,060 | 150 | 0,0050 | 52,00 | 51,10 | 0,75 | 1,05 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 12 | | 1,63 | 0,101 | 0,000 | 0,096 | 0,197 | | | 52,00 | 50,64 | 1,21 | 1,36 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C8 | 8-3 | 23 | 60,22 | 0,50 | 0,030 | 0,000 | 0,060 | 0,090 | 150 | 0,0050 | 52,00 | 50,79 | 1,06 | 1,36 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 24 | | 1,63 | 0,098 | 0,000 | 0,197 | 0,295 | | | 52,00 | 50,34 | 1,51 | 1,66 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C1 | 1-10 | 24 | 69,31 | 0,50 | 0,035 | 0,000 | 1,093 | 1,128 | 150 | 0,0050 | 52,00 | 50,28 | 1,57 | 1,87 | 0,24 | 0,45 | 1,05 | 0,012 | 0,80 |
| | | 25 | | 1,63 | 0,113 | 0,000 | 3,580 | 3,693 | | | 51,00 | 49,79 | 1,06 | 1,21 | 0,39 | 0,58 | 3,33 | 0,012 | |
| C1 | 1-11 | 25 | 72,36 | 0,50 | 0,036 | 0,000 | 1,128 | 1,164 | 150 | 0,0116 | 51,00 | 49,94 | 0,91 | 1,21 | 0,19 | 0,62 | 2,00 | 0,012 | 0,80 |
| | | 26 | | 1,63 | 0,118 | 0,000 | 3,693 | 3,812 | | | 50,00 | 48,95 | 0,90 | 1,05 | 0,30 | 0,85 | 3,01 | 0,011 | |
| C9 | 9-1 | 26 | 92,20 | 0,50 | 0,046 | 0,000 | 0,000 | 0,046 | 150 | 0,0050 | 53,69 | 52,79 | 0,75 | 1,05 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 27 | | 1,63 | 0,151 | 0,000 | 0,000 | 0,151 | | | 53,66 | 52,18 | 1,32 | 1,47 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C9 | 9-2 | 27 | 95,46 | 0,50 | 0,048 | 0,000 | 0,046 | 0,094 | 150 | 0,0050 | 53,66 | 52,33 | 1,17 | 1,47 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |

Apêndice F – Resultado do dimensionamento hidráulico (Cenário 1)

Continuação

| RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO - CENÁRIO 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|--------|------------------------------|-------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------|----------------------|
| Coletor | Trecho | PV Inicial PV Final | Ext. (m) | Cont. Lin. (l/s/km) Inicial / Final | Cont. Tre. (l/s/km) Inicial / Final | Q Pontual (l/s) | Q Mont. (l/s) Inicial / Final | Q Jus. (l/s) Inicial / Final | Diâm. (mm) | Decliv. (m/m) | Cota Ter. (m) | Cota Col. (m) | Rec. Col. (m) mon/jus | Prof. Vala (m) mon / jus | y/D Inicial / Final | V (m/s) Inicial / Final | Tensão Trativa (Pa) Vc (m/s) | n Manning | Larg. Vala (m) |
| | | 8 | | 1,63 | 0,156 | 0,000 | 0,151 | 0,307 | | | 53,00 | 51,70 | 1,15 | 1,30 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C10 | 10-1 | 8 | 45,24 | 0,50 | 0,023 | 0,000 | 0,000 | 0,023 | 150 | 0,0083 | 53,37 | 52,47 | 0,75 | 1,05 | 0,22 | 0,54 | 1,57 | 0,012 | 0,80 |
| | | 9 | | 1,63 | 0,074 | 0,000 | 0,000 | 0,074 | | | 53,00 | 51,95 | 0,90 | 1,05 | 0,22 | 0,54 | 2,61 | 0,012 | |
| C9 | 9-3 | 17 | 52,03 | 0,50 | 0,026 | 0,000 | 0,116 | 0,142 | 150 | 0,0050 | 53,00 | 51,85 | 1,00 | 1,30 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 18 | | 1,63 | 0,085 | 0,000 | 0,380 | 0,465 | | | 53,00 | 51,44 | 1,41 | 1,56 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C11 | 11-1 | 18 | 46,96 | 0,50 | 0,023 | 0,000 | 0,000 | 0,023 | 150 | 0,0050 | 52,99 | 52,09 | 0,75 | 1,05 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 19 | | 1,63 | 0,077 | 0,000 | 0,000 | 0,077 | | | 53,00 | 51,71 | 1,14 | 1,29 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C9 | 9-4 | 19 | 88,95 | 0,50 | 0,044 | 0,000 | 0,166 | 0,210 | 150 | 0,0050 | 53,00 | 51,59 | 1,26 | 1,56 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 20 | | 1,63 | 0,145 | 0,000 | 0,542 | 0,688 | | | 52,61 | 51,00 | 1,46 | 1,61 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C9 | 9-5 | 20 | 83,48 | 0,50 | 0,042 | 0,000 | 0,210 | 0,252 | 150 | 0,0050 | 52,61 | 51,15 | 1,31 | 1,61 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 21 | | 1,63 | 0,136 | 0,000 | 0,688 | 0,824 | | | 52,00 | 50,58 | 1,27 | 1,42 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C9 | 9-6 | 21 | 75,88 | 0,50 | 0,038 | 0,000 | 0,252 | 0,289 | 150 | 0,0083 | 52,00 | 50,73 | 1,12 | 1,42 | 0,22 | 0,54 | 1,58 | 0,012 | 0,80 |
| | | 7 | | 1,63 | 0,124 | 0,000 | 0,824 | 0,948 | | | 51,00 | 49,95 | 0,90 | 1,05 | 0,21 | 0,54 | 2,61 | 0,012 | |
| C9 | 9-7 | 7 | 78,97 | 0,50 | 0,039 | 0,000 | 0,289 | 0,329 | 150 | 0,0177 | 51,00 | 50,10 | 0,75 | 1,05 | 0,17 | 0,75 | 2,73 | 0,011 | 0,80 |
| | | 8 | | 1,63 | 0,129 | 0,000 | 0,948 | 1,077 | | | 49,60 | 48,55 | 0,90 | 1,05 | 0,17 | 0,75 | 2,35 | 0,011 | |
| C9 | 9-8 | 1 | 49,65 | 0,50 | 0,025 | 0,000 | 0,329 | 0,354 | 150 | 0,0050 | 49,60 | 48,70 | 0,75 | 1,05 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 2 | | 1,63 | 0,081 | 0,000 | 1,077 | 1,158 | | | 50,00 | 48,30 | 1,55 | 1,70 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C12 | 12-1 | 2 | 91,12 | 0,50 | 0,045 | 0,000 | 0,000 | 0,045 | 150 | 0,0050 | 54,00 | 53,10 | 0,75 | 1,05 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 3 | | 1,63 | 0,149 | 0,000 | 0,000 | 0,149 | | | 54,00 | 52,49 | 1,36 | 1,51 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C12 | 12-2 | 3 | 91,09 | 0,50 | 0,045 | 0,000 | 0,045 | 0,091 | 150 | 0,0050 | 54,00 | 52,64 | 1,21 | 1,51 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 4 | | 1,63 | 0,149 | 0,000 | 0,149 | 0,298 | | | 53,51 | 52,04 | 1,32 | 1,47 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C12 | 12-3 | 4 | 27,10 | 0,50 | 0,014 | 0,000 | 0,091 | 0,104 | 150 | 0,0050 | 53,51 | 52,19 | 1,17 | 1,47 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |

Apêndice F – Resultado do dimensionamento hidráulico (Cenário 1)

Continuação

| RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO - CENÁRIO 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|--------|------------------------------|-------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------|----------------------|
| Coletor | Trecho | PV Inicial PV Final | Ext. (m) | Cont. Lin. (l/s/km) Inicial / Final | Cont. Tre. (l/s/km) Inicial / Final | Q Pontual (l/s) | Q Mont. (l/s) Inicial / Final | Q Jus. (l/s) Inicial / Final | Diâm. (mm) | Decliv. (m/m) | Cota Ter. (m) | Cota Col. (m) | Rec. Col. (m) mon/jus | Prof. Vala (m) mon / jus | y/D Inicial / Final | V (m/s) Inicial / Final | Tensão Trativa (Pa) Vc (m/s) | n Manning | Larg. Vala (m) |
| | | 5 | | 1,63 | 0,044 | 0,000 | 0,298 | 0,342 | | | 53,17 | 51,90 | 1,12 | 1,27 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C13 | 13-1 | 5 | 45,76 | 0,50 | 0,023 | 0,000 | 0,000 | 0,023 | 150 | 0,0152 | 53,87 | 52,97 | 0,75 | 1,05 | 0,18 | 0,70 | 2,45 | 0,011 | 0,80 |
| | | 6 | | 1,63 | 0,075 | 0,000 | 0,000 | 0,075 | | | 53,17 | 52,12 | 0,90 | 1,05 | 0,18 | 0,70 | 2,40 | 0,011 | |
| C12 | 12-4 | 6 | 84,56 | 0,50 | 0,042 | 0,000 | 0,127 | 0,169 | 150 | 0,0050 | 53,17 | 52,05 | 0,97 | 1,27 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 7 | | 1,63 | 0,138 | 0,000 | 0,417 | 0,555 | | | 53,00 | 51,48 | 1,37 | 1,52 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C12 | 12-5 | 63 | 60,75 | 0,50 | 0,030 | 0,000 | 0,169 | 0,200 | 150 | 0,0050 | 53,00 | 51,63 | 1,22 | 1,52 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 64 | | 1,63 | 0,099 | 0,000 | 0,555 | 0,654 | | | 52,84 | 51,18 | 1,51 | 1,66 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C12 | 12-6 | 64 | 57,45 | 0,50 | 0,029 | 0,000 | 0,200 | 0,228 | 150 | 0,0050 | 52,84 | 51,33 | 1,36 | 1,66 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 65 | | 1,63 | 0,094 | 0,000 | 0,654 | 0,748 | | | 52,00 | 50,89 | 0,96 | 1,11 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C12 | 12-7 | 65 | 88,21 | 0,50 | 0,044 | 0,000 | 0,228 | 0,272 | 150 | 0,0081 | 52,00 | 51,04 | 0,81 | 1,11 | 0,22 | 0,53 | 1,54 | 0,012 | 0,80 |
| | | 66 | | 1,63 | 0,144 | 0,000 | 0,748 | 0,892 | | | 51,23 | 50,18 | 0,90 | 1,05 | 0,22 | 0,53 | 2,62 | 0,012 | |
| C12 | 12-8 | 66 | 91,98 | 0,50 | 0,046 | 0,000 | 0,272 | 0,318 | 150 | 0,0134 | 51,23 | 50,33 | 0,75 | 1,05 | 0,19 | 0,66 | 2,23 | 0,012 | 0,80 |
| | | 67 | | 1,63 | 0,150 | 0,000 | 0,892 | 1,042 | | | 50,00 | 48,95 | 0,90 | 1,05 | 0,19 | 0,66 | 2,45 | 0,012 | |
| C9 | 9-9 | 67 | 51,41 | 0,50 | 0,026 | 0,000 | 0,672 | 0,698 | 150 | 0,0050 | 50,00 | 48,45 | 1,40 | 1,70 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 68 | | 1,63 | 0,084 | 0,000 | 2,200 | 2,284 | | | 50,00 | 48,04 | 1,81 | 1,96 | 0,31 | 0,50 | 3,03 | 0,012 | |
| C1 | 1-12 | 68 | 51,15 | 0,50 | 0,026 | 0,000 | 1,861 | 1,887 | 150 | 0,0050 | 50,00 | 48,19 | 1,66 | 1,96 | 0,28 | 0,47 | 1,18 | 0,012 | 0,80 |
| | | 69 | | 1,63 | 0,084 | 0,000 | 6,096 | 6,180 | | | 49,77 | 47,79 | 1,83 | 1,98 | 0,51 | 0,69 | 3,66 | 0,012 | |
| C14 | 14-1 | 69 | 74,80 | 0,50 | 0,037 | 0,000 | 0,000 | 0,037 | 150 | 0,0134 | 52,00 | 51,10 | 0,75 | 1,05 | 0,19 | 0,66 | 2,23 | 0,012 | 0,80 |
| | | 70 | | 1,63 | 0,122 | 0,000 | 0,000 | 0,122 | | | 51,00 | 49,95 | 0,90 | 1,05 | 0,19 | 0,66 | 2,45 | 0,012 | |
| C14 | 14-2 | 70 | 88,03 | 0,50 | 0,044 | 0,000 | 0,037 | 0,081 | 150 | 0,0140 | 51,00 | 50,10 | 0,75 | 1,05 | 0,18 | 0,67 | 2,30 | 0,012 | 0,80 |
| | | 15 | | 1,63 | 0,144 | 0,000 | 0,122 | 0,266 | | | 49,77 | 48,72 | 0,90 | 1,05 | 0,18 | 0,67 | 2,43 | 0,012 | |
| C1 | 1-13 | 36 | 50,80 | 0,50 | 0,025 | 0,000 | 1,968 | 1,993 | 150 | 0,0050 | 49,77 | 47,94 | 1,68 | 1,98 | 0,28 | 0,48 | 1,20 | 0,012 | 0,80 |

Apêndice F – Resultado do dimensionamento hidráulico (Cenário 1)

Continuação

| RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO - CENÁRIO 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|--------|------------------------------|-------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------|----------------------|
| Coletor | Trecho | PV Inicial PV Final | Ext. (m) | Cont. Lin. (l/s/km) Inicial / Final | Cont. Tre. (l/s/km) Inicial / Final | Q Pontual (l/s) | Q Mont. (l/s) Inicial / Final | Q Jus. (l/s) Inicial / Final | Diâm. (mm) | Decliv. (m/m) | Cota Ter. (m) | Cota Col. (m) | Rec. Col. (m) mon/jus | Prof. Vala (m) mon / jus | y/D Inicial / Final | V (m/s) Inicial / Final | Tensão Trativa (Pa) Vc (m/s) | n Manning | Larg. Vala (m) |
| | | 37 | | 1,63 | 0,083 | 0,000 | 6,446 | 6,529 | | | 50,00 | 47,54 | 2,32 | 2,47 | 0,52 | 0,70 | 3,69 | 0,011 | |
| C15 | 15-1 | 37 | 93,81 | 0,50 | 0,047 | 0,000 | 0,000 | 0,047 | 150 | 0,0107 | 51,00 | 50,10 | 0,75 | 1,05 | 0,20 | 0,60 | 1,89 | 0,012 | 0,80 |
| | | 38 | | 1,63 | 0,153 | 0,000 | 0,000 | 0,153 | | | 50,00 | 48,95 | 0,90 | 1,05 | 0,20 | 0,60 | 2,53 | 0,012 | |
| C15 | 15-2 | 38 | 94,00 | 0,50 | 0,047 | 0,000 | 0,047 | 0,094 | 150 | 0,0050 | 50,00 | 49,10 | 0,75 | 1,05 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 10 | | 1,63 | 0,154 | 0,000 | 0,153 | 0,307 | | | 50,00 | 48,48 | 1,37 | 1,52 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C1 | 1-14 | 59 | 51,41 | 0,50 | 0,026 | 0,000 | 2,087 | 2,113 | 150 | 0,0308 | 50,00 | 47,69 | 2,17 | 2,47 | 0,17 | 1,07 | 4,69 | 0,010 | 0,80 |
| | | 60 | | 1,63 | 0,084 | 0,000 | 6,835 | 6,919 | | | 47,00 | 45,95 | 0,90 | 1,05 | 0,29 | 1,60 | 2,98 | 0,009 | |
| C16 | 16-1 | 60 | 96,32 | 0,50 | 0,048 | 0,000 | 0,000 | 0,048 | 150 | 0,0050 | 55,00 | 54,10 | 0,75 | 1,05 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 13 | | 1,63 | 0,157 | 0,000 | 0,000 | 0,157 | | | 55,00 | 53,47 | 1,38 | 1,53 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C16 | 16-2 | 61 | 99,77 | 0,50 | 0,050 | 0,000 | 0,048 | 0,098 | 150 | 0,0050 | 55,00 | 53,62 | 1,23 | 1,53 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 62 | | 1,63 | 0,163 | 0,000 | 0,157 | 0,320 | | | 55,18 | 52,97 | 2,06 | 2,21 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C16 | 16-3 | 62 | 73,77 | 0,50 | 0,037 | 0,000 | 0,098 | 0,135 | 150 | 0,0050 | 55,18 | 53,12 | 1,91 | 2,21 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 14 | | 1,63 | 0,121 | 0,000 | 0,320 | 0,441 | | | 54,00 | 52,60 | 1,25 | 1,40 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C16 | 16-4 | 48 | 71,99 | 0,50 | 0,036 | 0,000 | 0,135 | 0,171 | 150 | 0,0050 | 54,00 | 52,75 | 1,10 | 1,40 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 41 | | 1,63 | 0,118 | 0,000 | 0,441 | 0,558 | | | 54,02 | 52,24 | 1,63 | 1,78 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C16 | 16-5 | 49 | 73,85 | 0,50 | 0,037 | 0,000 | 0,171 | 0,207 | 150 | 0,0050 | 54,02 | 52,39 | 1,48 | 1,78 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 42 | | 1,63 | 0,121 | 0,000 | 0,558 | 0,679 | | | 53,00 | 51,87 | 0,98 | 1,13 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C16 | 16-6 | 58 | 89,51 | 0,50 | 0,045 | 0,000 | 0,207 | 0,252 | 150 | 0,0105 | 53,00 | 52,02 | 0,83 | 1,13 | 0,20 | 0,59 | 1,87 | 0,012 | 0,80 |
| | | 53 | | 1,63 | 0,146 | 0,000 | 0,679 | 0,825 | | | 51,99 | 50,94 | 0,90 | 1,05 | 0,20 | 0,59 | 2,53 | 0,012 | |
| C16 | 16-7 | 35 | 96,88 | 0,50 | 0,048 | 0,000 | 0,252 | 0,300 | 150 | 0,0213 | 51,99 | 51,09 | 0,75 | 1,05 | 0,16 | 0,80 | 3,13 | 0,011 | 0,80 |
| | | 32 | | 1,63 | 0,158 | 0,000 | 0,825 | 0,984 | | | 49,92 | 48,87 | 0,90 | 1,05 | 0,16 | 0,81 | 2,30 | 0,011 | |
| C16 | 16-8 | 28 | 99,53 | 0,50 | 0,050 | 0,000 | 0,300 | 0,350 | 150 | 0,0294 | 49,92 | 49,02 | 0,75 | 1,05 | 0,15 | 0,91 | 3,98 | 0,011 | 0,80 |

Apêndice F – Resultado do dimensionamento hidráulico (Cenário 1)

Continuação

| RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO - CENÁRIO 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|--------|------------------------------|-------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------|----------------------|
| Coletor | Trecho | PV Inicial PV Final | Ext. (m) | Cont. Lin. (l/s/km) Inicial / Final | Cont. Tre. (l/s/km) Inicial / Final | Q Pontual (l/s) | Q Mont. (l/s) Inicial / Final | Q Jus. (l/s) Inicial / Final | Diâm. (mm) | Decliv. (m/m) | Cota Ter. (m) | Cota Col. (m) | Rec. Col. (m) mon/jus | Prof. Vala (m) mon / jus | y/D Inicial / Final | V (m/s) Inicial / Final | Tensão Trativa (Pa) Vc (m/s) | n Manning | Larg. Vala (m) |
| | | 25 | | 1,63 | 0,163 | 0,000 | 0,984 | 1,146 | | | 47,00 | 45,95 | 0,90 | 1,05 | 0,15 | 0,92 | 2,20 | 0,011 | |
| C17 | 17-1 | 22 | 90,78 | 0,50 | 0,045 | 0,000 | 0,000 | 0,045 | 150 | 0,0110 | 52,00 | 51,10 | 0,75 | 1,05 | 0,20 | 0,60 | 1,94 | 0,012 | 0,80 |
| | | 19 | | 1,63 | 0,148 | 0,000 | 0,000 | 0,148 | | | 51,00 | 49,95 | 0,90 | 1,05 | 0,20 | 0,60 | 2,52 | 0,012 | |
| C17 | 17-2 | 77 | 99,33 | 0,50 | 0,050 | 0,000 | 0,045 | 0,095 | 150 | 0,0128 | 51,00 | 50,10 | 0,75 | 1,05 | 0,19 | 0,64 | 2,16 | 0,012 | 0,80 |
| | | 78 | | 1,63 | 0,162 | 0,000 | 0,148 | 0,311 | | | 49,73 | 48,68 | 0,90 | 1,05 | 0,19 | 0,65 | 2,46 | 0,012 | |
| C17 | 17-3 | 78 | 46,66 | 0,50 | 0,023 | 0,000 | 0,095 | 0,118 | 150 | 0,0157 | 49,73 | 48,83 | 0,75 | 1,05 | 0,18 | 0,71 | 2,51 | 0,011 | 0,80 |
| | | 79 | | 1,63 | 0,076 | 0,000 | 0,311 | 0,387 | | | 49,00 | 47,95 | 0,90 | 1,05 | 0,18 | 0,71 | 2,39 | 0,011 | |
| C18 | 18-1 | 79 | 94,46 | 0,50 | 0,047 | 0,000 | 0,000 | 0,047 | 150 | 0,0106 | 52,00 | 51,10 | 0,75 | 1,05 | 0,20 | 0,60 | 1,89 | 0,012 | 0,80 |
| | | 80 | | 1,63 | 0,154 | 0,000 | 0,000 | 0,154 | | | 51,00 | 49,95 | 0,90 | 1,05 | 0,20 | 0,59 | 2,53 | 0,012 | |
| C18 | 18-2 | 80 | 99,39 | 0,50 | 0,050 | 0,000 | 0,047 | 0,097 | 150 | 0,0201 | 51,00 | 50,10 | 0,75 | 1,05 | 0,17 | 0,78 | 3,00 | 0,011 | 0,80 |
| | | 81 | | 1,63 | 0,162 | 0,000 | 0,154 | 0,317 | | | 49,00 | 47,95 | 0,90 | 1,05 | 0,16 | 0,79 | 2,32 | 0,011 | |
| C17 | 17-4 | 81 | 53,68 | 0,50 | 0,027 | 0,000 | 0,215 | 0,242 | 150 | 0,0373 | 49,00 | 48,10 | 0,75 | 1,05 | 0,14 | 1,01 | 4,74 | 0,011 | 0,80 |
| | | 82 | | 1,63 | 0,088 | 0,000 | 0,704 | 0,791 | | | 47,00 | 45,95 | 0,90 | 1,05 | 0,14 | 1,02 | 2,13 | 0,011 | |
| C1 | 1-15 | 82 | 25,30 | 0,50 | 0,013 | 0,000 | 2,704 | 2,717 | 150 | 0,0050 | 47,00 | 46,10 | 0,75 | 1,05 | 0,33 | 0,54 | 1,36 | 0,012 | 0,80 |
| | | 83 | | 1,63 | 0,041 | 0,000 | 8,857 | 8,898 | | | 47,00 | 45,82 | 1,03 | 1,18 | 0,63 | 0,76 | 3,88 | 0,011 | |
| C19 | 19-1 | 83 | 42,83 | 0,50 | 0,021 | 0,000 | 0,000 | 0,021 | 150 | 0,0050 | 52,00 | 51,10 | 0,75 | 1,05 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 84 | | 1,63 | 0,070 | 0,000 | 0,000 | 0,070 | | | 52,00 | 50,74 | 1,11 | 1,26 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C19 | 19-2 | 73 | 52,96 | 0,50 | 0,026 | 0,000 | 0,021 | 0,048 | 150 | 0,0050 | 52,00 | 50,89 | 0,96 | 1,26 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 74 | | 1,63 | 0,087 | 0,000 | 0,070 | 0,157 | | | 52,00 | 50,47 | 1,38 | 1,53 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C19 | 19-3 | 74 | 50,29 | 0,50 | 0,025 | 0,000 | 0,048 | 0,073 | 150 | 0,0050 | 52,00 | 50,62 | 1,23 | 1,53 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 15 | | 1,63 | 0,082 | 0,000 | 0,157 | 0,239 | | | 52,00 | 50,22 | 1,63 | 1,78 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C19 | 19-4 | 75 | 49,96 | 0,50 | 0,025 | 0,000 | 0,073 | 0,098 | 150 | 0,0054 | 52,00 | 50,37 | 1,48 | 1,78 | 0,24 | 0,46 | 1,13 | 0,012 | 0,80 |

Apêndice F – Resultado do dimensionamento hidráulico (Cenário 1)

Continuação

| RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO - CENÁRIO 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|--------|------------------------------|-------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------|----------------------|
| Coletor | Trecho | PV Inicial PV Final | Ext. (m) | Cont. Lin. (l/s/km) Inicial / Final | Cont. Tre. (l/s/km) Inicial / Final | Q Pontual (l/s) | Q Mont. (l/s) Inicial / Final | Q Jus. (l/s) Inicial / Final | Diâm. (mm) | Decliv. (m/m) | Cota Ter. (m) | Cota Col. (m) | Rec. Col. (m) mon/jus | Prof. Vala (m) mon / jus | y/D Inicial / Final | V (m/s) Inicial / Final | Tensão Trativa (Pa) Vc (m/s) | n Manning | Larg. Vala (m) |
| | | 76 | | 1,63 | 0,082 | 0,000 | 0,239 | 0,320 | | | 51,00 | 49,95 | 0,90 | 1,05 | 0,24 | 0,46 | 2,75 | 0,012 | |
| C19 | 19-5 | 76 | 52,42 | 0,50 | 0,026 | 0,000 | 0,098 | 0,124 | 150 | 0,0191 | 51,00 | 50,10 | 0,75 | 1,05 | 0,17 | 0,77 | 2,89 | 0,011 | 0,80 |
| | | 74 | | 1,63 | 0,086 | 0,000 | 0,320 | 0,406 | | | 50,00 | 48,95 | 0,90 | 1,05 | 0,17 | 0,77 | 2,33 | 0,011 | |
| C19 | 19-6 | 71 | 60,29 | 0,50 | 0,030 | 0,000 | 0,124 | 0,154 | 150 | 0,0313 | 50,00 | 49,10 | 0,75 | 1,05 | 0,15 | 0,94 | 4,17 | 0,011 | 0,80 |
| | | 72 | | 1,63 | 0,098 | 0,000 | 0,406 | 0,504 | | | 48,11 | 47,06 | 0,90 | 1,05 | 0,15 | 0,94 | 2,19 | 0,011 | |
| C19 | 19-7 | 72 | 98,11 | 0,50 | 0,049 | 0,000 | 0,154 | 0,203 | 150 | 0,0113 | 48,11 | 47,21 | 0,75 | 1,05 | 0,20 | 0,61 | 1,98 | 0,012 | 0,80 |
| | | 73 | | 1,63 | 0,160 | 0,000 | 0,504 | 0,665 | | | 47,00 | 45,95 | 0,90 | 1,05 | 0,20 | 0,61 | 2,50 | 0,012 | |
| C20 | 20-1 | 84 | 90,74 | 0,50 | 0,045 | 0,000 | 0,000 | 0,045 | 150 | 0,0050 | 52,00 | 51,10 | 0,75 | 1,05 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 85 | | 1,63 | 0,148 | 0,000 | 0,000 | 0,148 | | | 52,73 | 50,50 | 2,08 | 2,23 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C20 | 20-2 | 88 | 93,70 | 0,50 | 0,047 | 0,000 | 0,045 | 0,092 | 150 | 0,0279 | 52,73 | 50,65 | 1,93 | 2,23 | 0,15 | 0,90 | 3,83 | 0,011 | 0,80 |
| | | 89 | | 1,63 | 0,153 | 0,000 | 0,148 | 0,301 | | | 48,93 | 47,88 | 0,90 | 1,05 | 0,15 | 0,90 | 2,22 | 0,011 | |
| C20 | 20-3 | 89 | 50,63 | 0,50 | 0,025 | 0,000 | 0,092 | 0,117 | 150 | 0,0050 | 48,93 | 48,03 | 0,75 | 1,05 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 90 | | 1,63 | 0,083 | 0,000 | 0,301 | 0,384 | | | 49,00 | 47,63 | 1,22 | 1,37 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C21 | 21-1 | 90 | 90,74 | 0,50 | 0,045 | 0,000 | 0,000 | 0,045 | 150 | 0,0110 | 51,00 | 50,10 | 0,75 | 1,05 | 0,20 | 0,60 | 1,94 | 0,012 | 0,80 |
| | | 91 | | 1,63 | 0,148 | 0,000 | 0,000 | 0,148 | | | 50,00 | 48,95 | 0,90 | 1,05 | 0,20 | 0,60 | 2,52 | 0,012 | |
| C21 | 21-2 | 91 | 91,74 | 0,50 | 0,046 | 0,000 | 0,045 | 0,091 | 150 | 0,0109 | 50,00 | 49,10 | 0,75 | 1,05 | 0,20 | 0,60 | 1,92 | 0,012 | 0,80 |
| | | 84 | | 1,63 | 0,150 | 0,000 | 0,148 | 0,298 | | | 49,00 | 47,95 | 0,90 | 1,05 | 0,20 | 0,60 | 2,52 | 0,012 | |
| C20 | 20-4 | 86 | 51,36 | 0,50 | 0,026 | 0,000 | 0,208 | 0,234 | 150 | 0,0050 | 49,00 | 47,78 | 1,07 | 1,37 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 87 | | 1,63 | 0,084 | 0,000 | 0,682 | 0,766 | | | 49,00 | 47,37 | 1,48 | 1,63 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C22 | 22-1 | 87 | 95,66 | 0,50 | 0,048 | 0,000 | 0,000 | 0,048 | 150 | 0,0050 | 50,00 | 49,10 | 0,75 | 1,05 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 88 | | 1,63 | 0,156 | 0,000 | 0,000 | 0,156 | | | 50,00 | 48,47 | 1,38 | 1,53 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C22 | 22-2 | 92 | 91,73 | 0,50 | 0,046 | 0,000 | 0,048 | 0,093 | 150 | 0,0057 | 50,00 | 48,62 | 1,23 | 1,53 | 0,24 | 0,46 | 1,18 | 0,012 | 0,80 |

Apêndice F – Resultado do dimensionamento hidráulico (Cenário 1)

Continuação

| RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO - CENÁRIO 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|--------|------------------------------|-------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------|----------------------|
| Coletor | Trecho | PV Inicial PV Final | Ext. (m) | Cont. Lin. (l/s/km) Inicial / Final | Cont. Tre. (l/s/km) Inicial / Final | Q Pontual (l/s) | Q Mont. (l/s) Inicial / Final | Q Jus. (l/s) Inicial / Final | Diâm. (mm) | Decliv. (m/m) | Cota Ter. (m) | Cota Col. (m) | Rec. Col. (m) mon/jus | Prof. Vala (m) mon / jus | y/D Inicial / Final | V (m/s) Inicial / Final | Tensão Trativa (Pa) Vc (m/s) | n Manning | Larg. Vala (m) |
| | | 93 | | 1,63 | 0,150 | 0,000 | 0,156 | 0,306 | | | 49,00 | 47,95 | 0,90 | 1,05 | 0,24 | 0,46 | 2,73 | 0,012 | |
| C20 | 20-5 | 93 | 58,17 | 0,50 | 0,029 | 0,000 | 0,327 | 0,356 | 150 | 0,0050 | 49,00 | 47,52 | 1,33 | 1,63 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 89 | | 1,63 | 0,095 | 0,000 | 1,072 | 1,167 | | | 49,00 | 47,08 | 1,77 | 1,92 | 0,25 | 0,44 | 2,77 | 0,012 | |
| C20 | 20-6 | 94 | 96,26 | 0,50 | 0,048 | 0,000 | 0,356 | 0,404 | 150 | 0,0117 | 49,00 | 47,23 | 1,62 | 1,92 | 0,19 | 0,62 | 2,03 | 0,012 | 0,80 |
| | | 95 | | 1,63 | 0,157 | 0,000 | 1,167 | 1,325 | | | 47,00 | 45,95 | 0,90 | 1,05 | 0,19 | 0,62 | 2,49 | 0,012 | |
| C19 | 19-8 | 95 | 14,13 | 0,50 | 0,007 | 0,000 | 0,607 | 0,614 | 150 | 0,0050 | 47,00 | 46,10 | 0,75 | 1,05 | 0,25 | 0,44 | 1,06 | 0,012 | 0,80 |
| | | 90 | | 1,63 | 0,023 | 0,000 | 1,989 | 2,012 | | | 47,00 | 45,88 | 0,97 | 1,12 | 0,29 | 0,48 | 2,95 | 0,012 | |

Apêndice H - Custos dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (PARAÍBA)

| Custos dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (PARAÍBA) | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | | Cenários | | | | | | | | | |
| | | 1-11-21-31-41 | 2-12-22-32-42 | 3-13-23-33-43 | 4-14-24-34-44 | 5-15-25-35-45 | 6-16-26-36-46 | 7-17-27-37-47 | 8-18-28-38-48 | 9-19-29-39-49 | 10-20-30-40-50 |
| Serviços | Tipo da Topo. | 0,60 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,30 | 1,40 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 |
| Movimento de Terra (R\$) | TOP1 | 274248,29 | 274248,28 | 279960,87 | 297146,28 | 317020,36 | 338334,28 | 360806,50 | 491099,00 | 664245,80 | 843475,23 |
| | TOP2 | 241700,31 | 241700,31 | 244154,28 | 250898,67 | 259207,69 | 268201,89 | 279020,19 | 356872,15 | 489585,38 | 641906,21 |
| | TOP3 | 227156,54 | 227156,54 | 228359,86 | 231496,09 | 235849,21 | 240516,88 | 245945,45 | 278505,94 | 343675,48 | 443053,92 |
| | TOP4 | 229719,14 | 229719,14 | 230234,21 | 231613,67 | 233054,03 | 234734,96 | 236798,01 | 253009,64 | 284038,29 | 323846,28 |
| | TOP5 | 234620,86 | 234620,86 | 234941,11 | 235952,01 | 236980,71 | 237975,26 | 238928,59 | 244851,08 | 253370,52 | 265794,26 |
| Escoramento (R\$) | TOP1 | 170348,72 | 170348,72 | 187908,19 | 240357,51 | 279472,16 | 328232,34 | 393978,44 | 670977,94 | 824530,82 | 1040044,42 |
| | TOP2 | 71797,08 | 71797,08 | 76724,30 | 107071,11 | 128726,35 | 160344,86 | 193227,66 | 406286,50 | 684288,47 | 762023,82 |
| | TOP3 | 27372,63 | 27372,63 | 27558,52 | 48125,63 | 64320,54 | 81445,59 | 96431,82 | 200310,81 | 380531,00 | 603369,37 |
| | TOP4 | 52179,04 | 52179,04 | 52431,45 | 58273,97 | 69424,98 | 74757,37 | 79677,10 | 106815,58 | 200192,39 | 308691,83 |
| | TOP5 | 61294,53 | 61294,53 | 61507,82 | 62131,76 | 62783,64 | 68452,68 | 74098,70 | 90346,96 | 122471,29 | 132608,83 |
| Órgãos Acessórios (R\$) | TOP1 | 147644,36 | 147644,36 | 148562,20 | 152385,21 | 155590,61 | 158517,55 | 161416,67 | 199710,94 | 265762,92 | 346279,40 |
| | TOP2 | 140727,12 | 140727,12 | 140766,33 | 143643,34 | 145632,66 | 148177,34 | 150759,25 | 165459,70 | 199576,41 | 262490,27 |
| | TOP3 | 134385,87 | 134385,87 | 134425,08 | 134503,51 | 135418,15 | 136372,01 | 137489,10 | 145603,26 | 158217,33 | 181888,42 |
| | TOP4 | 135326,96 | 135326,96 | 135326,96 | 135725,46 | 136123,97 | 136362,43 | 136440,86 | 139423,25 | 146312,97 | 154884,74 |
| | TOP5 | 154474,79 | 154474,79 | 154474,79 | 155071,67 | 155071,67 | 155988,63 | 156187,88 | 158395,48 | 154690,54 | 158568,41 |
| | Valor mínimo | | | | | | | | | | |
| | Valor médio | | | | | | | | | | |
| | Valor máximo | | | | | | | | | | |

Apêndice M - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (AMAZONAS)

| Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (AMAZONAS) | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | | Cenários | | | | | | | | | |
| | | 1-11-21-31-41 | 2-12-22-32-42 | 3-13-23-33-43 | 4-14-24-34-44 | 5-15-25-35-45 | 6-16-26-36-46 | 7-17-27-37-47 | 8-18-28-38-48 | 9-19-29-39-49 | 10-20-30-40-50 |
| Tipo da Topo. | Classificação do Relevô | 0,60 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,30 | 1,40 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 |
| TOP1 | Plano | 726958,71 | 726958,69 | 753841,72 | 833784,74 | 903987,66 | 985058,28 | 1083350,65 | 1587975,5 | 2095381,86 | 2669082,88 |
| TOP2 | Plano | 570756,26 | 570756,26 | 579425,67 | 624077,03 | 660741,58 | 708347,01 | 759417,06 | 1095492,05 | 1624891,85 | 2001149,11 |
| TOP3 | Suave Ondulado | 498890,16 | 498890,16 | 500798,63 | 527053,9 | 550158,36 | 575857,67 | 600525,78 | 757501,84 | 1041304,64 | 1448622,51 |
| TOP4 | Ondulado | 529803,27 | 529803,27 | 530785,15 | 539335,14 | 553613,75 | 561868,74 | 570047,12 | 623007,92 | 766186,97 | 940067,71 |
| TOP5 | Forte Ondulado | 566299,66 | 566299,66 | 566964,27 | 569659,79 | 571762,14 | 587671,77 | 587671,77 | 618923,92 | 659141,96 | 689848,38 |
| | Valor mínimo | | | | | | | | | | |
| | Valor médio | | | | | | | | | | |
| | Valor máximo | | | | | | | | | | |

Apêndice Q - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (SÃO PAULO)

| Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (SÃO PAULO) | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | | Cenários | | | | | | | | | |
| | | 1-11-21-31-41 | 2-12-22-32-42 | 3-13-23-33-43 | 4-14-24-34-44 | 5-15-25-35-45 | 6-16-26-36-46 | 7-17-27-37-47 | 8-18-28-38-48 | 9-19-29-39-49 | 10-20-30-40-50 |
| Tipo da Topo. | Classificação do Relevô | 0,60 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,30 | 1,40 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 |
| TOP1 | Plano | 749629,84 | 749629,82 | 780542,46 | 873639,86 | 953360,01 | 1046618,7 | 1162037,34 | 1721322,37 | 2210524,15 | 2806215,12 |
| TOP2 | Plano | 572809,67 | 572809,67 | 582502,64 | 633238,89 | 674258,15 | 728970,17 | 787771,62 | 1174776,2 | 1731818,28 | 2098129,9 |
| TOP3 | Suave Ondulado | 490540,81 | 490540,81 | 492495,65 | 522947,09 | 550053,93 | 579212,13 | 606907,61 | 789756,27 | 1116181,97 | 1550659,42 |
| TOP4 | Ondulado | 525306,46 | 525306,46 | 526338,41 | 536044,8 | 552549,08 | 561868,05 | 571040,74 | 630906,89 | 797192,49 | 995303,46 |
| TOP5 | Forte Ondulado | 562487,97 | 562487,97 | 563197,42 | 565994,13 | 568231,92 | 586373,39 | 586373,39 | 617055,86 | 665121,98 | 698804,43 |
| | Valor mínimo | | | | | | | | | | |
| | Valor médio | | | | | | | | | | |
| | Valor máximo | | | | | | | | | | |

Apêndice U - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (RIO GRANDE DO SUL)

| Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (RIO GRANDE DO SUL) | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | | Cenários | | | | | | | | | |
| | | 1-11-21-31-41 | 2-12-22-32-42 | 3-13-23-33-43 | 4-14-24-34-44 | 5-15-25-35-45 | 6-16-26-36-46 | 7-17-27-37-47 | 8-18-28-38-48 | 9-19-29-39-49 | 10-20-30-40-50 |
| Tipo da Topo. | Classificação do Relevô | 0,60 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,30 | 1,40 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 |
| TOP1 | Plano | 690263,71 | 690263,69 | 718890,54 | 806569,46 | 880827,63 | 968346,03 | 1078327,91 | 1607052,37 | 2049226,61 | 2600637,91 |
| TOP2 | Plano | 528764,89 | 528764,89 | 537531,27 | 583866,92 | 621218,32 | 672027,35 | 726924,41 | 1092564,27 | 1609105,97 | 1942517,41 |
| TOP3 | Suave Ondulado | 451560,28 | 451560,28 | 453310,95 | 480969,76 | 506651,37 | 533181,39 | 558355,16 | 730778,03 | 1039638,57 | 1442776,49 |
| TOP4 | Ondulado | 484705,97 | 484705,97 | 485637,46 | 494503,69 | 509553,61 | 518043,87 | 526373,54 | 581380,76 | 738224,12 | 925393,25 |
| TOP5 | Forte Ondulado | 521728,23 | 521728,23 | 522374,81 | 524978,12 | 527015,28 | 543639,3 | 543639,3 | 570578,48 | 615017,71 | 646570,59 |
| | Valor mínimo | | | | | | | | | | |
| | Valor médio | | | | | | | | | | |
| | Valor máximo | | | | | | | | | | |

Apêndice Y - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (GOIÁS)

| Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 1ª categoria (GOIÁS) | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | | Cenários | | | | | | | | | |
| | | 1-11-21-31-41 | 2-12-22-32-42 | 3-13-23-33-43 | 4-14-24-34-44 | 5-15-25-35-45 | 6-16-26-36-46 | 7-17-27-37-47 | 8-18-28-38-48 | 9-19-29-39-49 | 10-20-30-40-50 |
| Tipo da Topo. | Classificação do Relevo | 0,60 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,30 | 1,40 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 |
| TOP1 | Plano | 678576,33 | 678576,31 | 705355,11 | 785921,59 | 855265,1 | 936192,34 | 1036192,4 | 1529199,31 | 1978391,82 | 2510362,55 |
| TOP2 | Plano | 525182,58 | 525182,58 | 533620,2 | 577573,34 | 613282,44 | 660698,41 | 711687,26 | 1048522,12 | 1548026,77 | 1881763,28 |
| TOP3 | Suave Ondulado | 453744,61 | 453744,61 | 455487,43 | 481749,4 | 505235,25 | 530534,44 | 554609,62 | 712993,6 | 997436,03 | 1385193,75 |
| TOP4 | Ondulado | 484601,13 | 484601,13 | 485515,98 | 493941,46 | 508196,2 | 516301,92 | 524299,46 | 576256,94 | 720494,24 | 893722,3 |
| TOP5 | Forte Ondulado | 518444,98 | 518444,98 | 519072,61 | 521555,07 | 523536,08 | 539252,14 | 539252,14 | 567185,95 | 608301,52 | 637875,88 |
| | Valor mínimo | | | | | | | | | | |
| | Valor médio | | | | | | | | | | |
| | Valor máximo | | | | | | | | | | |

Apêndice AC - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (PARAÍBA)

| Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (PARAÍBA) | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | | Cenários | | | | | | | | | |
| | | 1-11-21-31-41 | 2-12-22-32-42 | 3-13-23-33-43 | 4-14-24-34-44 | 5-15-25-35-45 | 6-16-26-36-46 | 7-17-27-37-47 | 8-18-28-38-48 | 9-19-29-39-49 | 10-20-30-40-50 |
| Tipo da Topografia | Classificação do Relevo | 0,60 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,30 | 1,40 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 |
| TOP1 | Plano | 646434,92 | 646434,90 | 672303,42 | 751691,53 | 820074,37 | 899331,35 | 998093,32 | 1490512,21 | 2009552,62 | 2736145,66 |
| TOP2 | Plano | 499581,34 | 499581,34 | 507543,49 | 549510,92 | 583494,88 | 629714,79 | 679305,24 | 1009832,22 | 1505994,39 | 1933158,93 |
| TOP3 | Suave Ondulado | 430040,44 | 430040,44 | 431685,74 | 456514,97 | 479266,08 | 503182,77 | 525958,61 | 681545,78 | 959955,68 | 1341922,11 |
| TOP4 | Ondulado | 460272,78 | 460272,78 | 461145,25 | 469152,84 | 482650,75 | 490307,73 | 497784,51 | 548498,16 | 689008,43 | 859045,62 |
| TOP5 | Forte Ondulado | 505130,29 | 499427,25 | 500046,14 | 502553,55 | 504514,03 | 519661,10 | 519661,10 | 549920,83 | 589413,00 | 620788,53 |
| | Valor mínimo | | | | | | | | | | |
| | Valor médio | | | | | | | | | | |
| | Valor máximo | | | | | | | | | | |

Apêndice AG - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (AMAZONAS)

| Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (AMAZONAS) | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | | Cenários | | | | | | | | | |
| | | 1-11-21-31-41 | 2-12-22-32-42 | 3-13-23-33-43 | 4-14-24-34-44 | 5-15-25-35-45 | 6-16-26-36-46 | 7-17-27-37-47 | 8-18-28-38-48 | 9-19-29-39-49 | 10-20-30-40-50 |
| Tipo da Topografia | Classificação do Relevo | 0,60 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,30 | 1,40 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 |
| TOP1 | Plano | 785403,84 | 785403,82 | 814222,59 | 900966,15 | 978395,20 | 1066304,92 | 1173039,08 | 1731168,66 | 2382477,03 | 3237119,24 |
| TOP2 | Plano | 618497,17 | 618497,17 | 627778,59 | 674908,36 | 714099,94 | 765629,29 | 820613,33 | 1185499,48 | 1773038,75 | 2301378,20 |
| TOP3 | Suave Ondulado | 541702,15 | 541702,15 | 543849,62 | 571404,47 | 596045,83 | 623211,33 | 649331,88 | 819647,58 | 1127323,85 | 1576312,27 |
| TOP4 | Ondulado | 575178,05 | 575178,05 | 576269,97 | 585300,19 | 600229,36 | 608967,06 | 617614,27 | 675905,09 | 830193,56 | 1019624,70 |
| TOP5 | Forte Ondulado | 627374,06 | 620629,95 | 621385,85 | 624376,09 | 626777,76 | 643606,76 | 643606,76 | 681459,77 | 723132,80 | 759611,63 |
| | Valor mínimo | | | | | | | | | | |
| | Valor médio | | | | | | | | | | |
| | Valor máximo | | | | | | | | | | |

Apêndice AK - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (SÃO PAULO)

| Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (SÃO PAULO) | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | | Cenários | | | | | | | | | |
| | | 1-11-21-31-41 | 2-12-22-32-42 | 3-13-23-33-43 | 4-14-24-34-44 | 5-15-25-35-45 | 6-16-26-36-46 | 7-17-27-37-47 | 8-18-28-38-48 | 9-19-29-39-49 | 10-20-30-40-50 |
| Tipo da Topografia | Classificação do Relevo | 0,60 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,30 | 1,40 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 |
| TOP1 | Plano | 810601,64 | 810601,63 | 843535,16 | 943710,04 | 1030954,30 | 1131349,54 | 1255555,81 | 1870484,07 | 2506357,11 | 3382977,50 |
| TOP2 | Plano | 622564,28 | 622564,28 | 632897,47 | 686235,15 | 729895,55 | 788709,08 | 851591,58 | 1268571,34 | 1886168,92 | 2406584,40 |
| TOP3 | Suave Ondulado | 535159,60 | 535159,60 | 537363,00 | 569181,47 | 597887,02 | 628578,57 | 657793,96 | 854511,21 | 1205773,95 | 1683645,88 |
| TOP4 | Ondulado | 572579,91 | 572579,91 | 573726,62 | 583935,76 | 601123,74 | 610946,84 | 620607,38 | 686027,22 | 863871,66 | 1078130,55 |
| TOP5 | Forte Ondulado | 625511,28 | 618752,56 | 619556,16 | 622656,42 | 625202,49 | 644300,14 | 644300,14 | 681611,80 | 731252,70 | 770883,91 |
| | Valor mínimo | | | | | | | | | | |
| | Valor médio | | | | | | | | | | |
| | Valor máximo | | | | | | | | | | |

| Custos dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (RIO GRANDE DO SUL) | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | | Cenários | | | | | | | | | |
| | | 1-11-21-31-41 | 2-12-22-32-42 | 3-13-23-33-43 | 4-14-24-34-44 | 5-15-25-35-45 | 6-16-26-36-46 | 7-17-27-37-47 | 8-18-28-38-48 | 9-19-29-39-49 | 10-20-30-40-50 |
| Serviços | Tipo da Topo. | 0,60 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,30 | 1,40 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 |
| Movimento de Terra (R\$) | TOP1 | 395814,73 | 395814,71 | 404690,75 | 432344,84 | 463589,88 | 496668,51 | 532704,46 | 744552,36 | 1096264,38 | 1591986,70 |
| | TOP2 | 345952,92 | 345952,92 | 349564,58 | 360102,41 | 372568,14 | 387057,39 | 404013,91 | 527119,96 | 746796,25 | 1081591,92 |
| | TOP3 | 323412,34 | 323412,34 | 325124,99 | 330165,97 | 336937,35 | 343976,26 | 352022,01 | 404214,77 | 506805,32 | 668702,52 |
| | TOP4 | 328702,97 | 328702,97 | 329449,79 | 331577,65 | 333924,68 | 336437,65 | 339423,96 | 364190,91 | 412488,08 | 475861,04 |
| | TOP5 | 347730,97 | 341310,52 | 341796,98 | 343339,24 | 344907,97 | 346562,28 | 348162,70 | 361880,75 | 375150,95 | 395831,58 |
| Escoramento de vala (R\$) | TOP1 | 199212,02 | 199212,02 | 219858,17 | 282391,10 | 328818,80 | 387056,64 | 466320,61 | 794530,69 | 955912,66 | 1202120,41 |
| | TOP2 | 84828,38 | 84828,38 | 90531,22 | 125625,45 | 150668,30 | 187806,05 | 226687,60 | 480903,54 | 798596,99 | 880089,81 |
| | TOP3 | 32180,77 | 32180,77 | 32399,30 | 56168,05 | 75513,48 | 95305,82 | 112630,26 | 236423,26 | 451594,09 | 707636,77 |
| | TOP4 | 61129,89 | 61129,89 | 61424,70 | 68182,00 | 81066,44 | 87235,51 | 92928,65 | 124897,94 | 236242,43 | 365207,09 |
| | TOP5 | 71894,78 | 71894,78 | 72145,83 | 72879,77 | 73646,32 | 80203,68 | 86734,73 | 104046,48 | 142092,46 | 154340,23 |
| Órgãos Acessórios (R\$) | TOP1 | 153926,53 | 153926,53 | 154950,50 | 159183,50 | 162962,93 | 165916,82 | 168945,01 | 210833,17 | 282164,42 | 368590,21 |
| | TOP2 | 146051,46 | 146051,46 | 146113,83 | 149268,63 | 151648,18 | 154736,71 | 157693,14 | 174725,65 | 211598,49 | 278813,11 |
| | TOP3 | 139120,77 | 139120,77 | 139183,14 | 139307,89 | 140413,98 | 141582,44 | 142836,16 | 152603,86 | 167564,81 | 194257,40 |
| | TOP4 | 140617,72 | 140617,72 | 140617,72 | 141077,21 | 141536,69 | 141828,81 | 141953,56 | 145563,94 | 153901,52 | 164318,21 |
| | TOP5 | 163493,42 | 163493,42 | 163493,42 | 164114,12 | 164114,12 | 165069,56 | 165299,30 | 167727,40 | 162045,53 | 166430,39 |
| | Valor mínimo | | | | | | | | | | |
| | Valor médio | | | | | | | | | | |
| | Valor máximo | | | | | | | | | | |

Apêndice AO - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (RIO GRANDE DO SUL)

| Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (RIO GRANDE DO SUL) | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | | Cenários | | | | | | | | | |
| | | 1-11-21-31-41 | 2-12-22-32-42 | 3-13-23-33-43 | 4-14-24-34-44 | 5-15-25-35-45 | 6-16-26-36-46 | 7-17-27-37-47 | 8-18-28-38-48 | 9-19-29-39-49 | 10-20-30-40-50 |
| Tipo da Topografia | Classificação do Relevo | 0,60 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,30 | 1,40 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 |
| TOP1 | Plano | 748953,28 | 748953,26 | 779499,42 | 873919,44 | 955371,61 | 1049641,97 | 1167970,08 | 1749916,22 | 2334341,46 | 3162697,32 |
| TOP2 | Plano | 576832,76 | 576832,76 | 586209,63 | 634996,49 | 674884,62 | 729600,15 | 788394,65 | 1182749,15 | 1756991,73 | 2240494,84 |
| TOP3 | Suave Ondulado | 494713,88 | 494713,88 | 496707,43 | 525641,91 | 552864,81 | 580864,52 | 607488,43 | 793241,89 | 1125964,22 | 1570596,69 |
| TOP4 | Ondulado | 530450,58 | 530450,58 | 531492,21 | 540836,86 | 556527,81 | 565501,97 | 574306,17 | 634652,79 | 802632,03 | 1005386,34 |
| TOP5 | Forte Ondulado | 583119,17 | 576698,72 | 577436,23 | 580333,13 | 582668,41 | 600196,73 | 600196,73 | 633654,63 | 679288,94 | 716602,20 |
| | Valor mínimo | | | | | | | | | | |
| | Valor médio | | | | | | | | | | |
| | Valor máximo | | | | | | | | | | |

Apêndice AS - Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (GOIÁS)

| Custo total dos serviços para execução das redes coletoras - Solo de 2ª categoria (GOIÁS) | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | | Cenários | | | | | | | | | |
| | | 1-11-21-31-41 | 2-12-22-32-42 | 3-13-23-33-43 | 4-14-24-34-44 | 5-15-25-35-45 | 6-16-26-36-46 | 7-17-27-37-47 | 8-18-28-38-48 | 9-19-29-39-49 | 10-20-30-40-50 |
| Tipo da Topografia | Classificação do Relevo | 0,60 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,30 | 1,40 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 |
| TOP1 | Plano | 735944,25 | 735944,24 | 764633,19 | 851915,56 | 928392,66 | 1016059,29 | 1124381,26 | 1670178,19 | 2263632,31 | 3080562,86 |
| TOP2 | Plano | 571979,80 | 571979,80 | 581019,65 | 627422,55 | 665624,98 | 716923,53 | 771775,33 | 1137030,61 | 1693871,10 | 2180675,29 |
| TOP3 | Suave Ondulado | 495680,63 | 495680,63 | 497657,84 | 525205,66 | 550206,83 | 576953,23 | 602459,17 | 774024,69 | 1082004,35 | 1510860,71 |
| TOP4 | Ondulado | 529071,49 | 529071,49 | 530094,28 | 538994,07 | 553892,84 | 562474,26 | 570932,37 | 628152,67 | 783353,94 | 971925,59 |
| TOP5 | Forte Ondulado | 578516,88 | 571946,91 | 572664,90 | 575439,50 | 577717,12 | 594347,21 | 594347,21 | 628958,01 | 671486,29 | 706794,76 |
| | Valor mínimo | | | | | | | | | | |
| | Valor médio | | | | | | | | | | |
| | Valor máximo | | | | | | | | | | |

