

JOÃO VITOR DE ALMEIDA GONÇALVES

LUCAS PEREIRA KOK

VICTOR KIOSHI HIGA

**Avaliação do sistema de esgotamento sanitário das regiões situadas às praias de Barra  
do Una, Engenho e Jureia**

SÃO PAULO

2018



JOÃO VITOR DE ALMEIDA GONÇALVES

LUCAS PEREIRA KOK

VICTOR KIOSHI HIGA

**Avaliação do sistema de esgotamento sanitário das regiões situadas às praias de Barra  
do Una, Engenho e Jureia**

**Versão Original**

Projeto de Formatura apresentado à Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo, no âmbito do Curso de Engenharia  
Ambiental

Orientador: Profº. Dr. Theo Syrto Octavio de Souza

SÃO PAULO

2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

#### Catálogo-na-publicação

Gonçalves, João Vitor

Avaliação do sistema de esgotamento sanitário das regiões situadas às praias de Barra do Una, Engenho e Jureia / J. V. Gonçalves, L. Kok, V. Higa -- São Paulo, 2018.

260 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Hidráulica e Ambiental.

1.SANEAMENTO AMBIENTAL 2.TRATAMENTO DE ESGOTOS  
SANITÁRIOS 3.REDES COLETORAS 4.REDES COLETORAS ELEVATÓRIAS  
I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de  
Engenharia de Hidráulica e Ambiental II.t. III.Kok, Lucas IV.Higa, Victor

## **AGRADECIMENTOS**

À Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pelo ambiente propício ao nosso desenvolvimento pessoal e acadêmico.

Aos inúmeros professores com os quais tivemos o privilégio de conviver e que sempre buscaram estar presentes para aguçar nossa curiosidade e nos desafiar intelectualmente.

Ao Prof. Dr. Theo Syrto Octavio de Souza, pelo exemplo de orientação, pela sua disponibilidade em sempre nos atender, pelas suas revisões minuciosas e pelo professor exemplar que é.

À SABU (Sociedade dos Amigos de Barra do Una), na figura de seu presidente Raoul Cardinali Júnior, pela colaboração com o nosso trabalho, disponibilidade em nos fornecer informações sobre a região e sua solicitude.

À toda comunidade de Barra do Una, Jureia e Engenho pela acolhida nessa região tão bonita.

Aos nossos colegas de curso que acompanharam de perto nossa trajetória, pelos seus conselhos e companheirismo ao longo de toda a graduação.

E, por fim, aos nossos familiares e amigos, pelo suporte e apoio diuturnos por toda essa jornada.

## **RESUMO EXECUTIVO**

O presente trabalho, de propósito acadêmico, é resultado de estudos feitos nas regiões das praias de Barra do Una, Engenho e Jureia, localizadas no município de São Sebastião, litoral norte do Estado de São Paulo. O atual sistema de esgotamento sanitário (SES) do local consiste em redes coletoras para as duas primeiras praias citadas, uma estação de tratamento de esgotos localizada em Barra do Una e parte das estruturas elevatórias. Em realidade, nenhum dos componentes citados se encontram em operação, de tal forma que os problemas gerados pela falta de esgotamento sanitário adequado na região e os problemas gerados pelo caráter inconcluso das obras são as principais justificativas para a realização deste trabalho que, dessa forma, consiste na avaliação do SES das regiões.

A avaliação objetiva redimensionar a ETE Barra do Una, a fim de que se atenda à produção de esgoto das regiões para um novo horizonte de projeto; realizar o projeto de rede coletora para a região de Jureia, e estudar a viabilidade da inclusão dos bairros de Vila dos Mineiros e Vila do Posto ao SES, de forma a se analisar a melhor alternativa de projeto.

Todo o estudo foi desenvolvido a partir de consultas bibliográficas, visitas ao local, consulta a técnicos da SABESP, ao projeto da ETE, entrevistas com a população e consulta a professores.

Ao fim do estudo, concluiu-se que a ETE, da forma como foi projetada, é capaz de atender os bairros da Barra do Una, Engenho, Jureia mesmo ao considerar-se um novo horizonte de projeto. Também se concluiu pela viabilidade técnica de se coletar e transportar os esgotos gerados na Vila dos Mineiros e do Posto. A ressalva ao projeto da Sabesp, no entanto, pode ser feita a medida que o grupo encontrou dificuldade em justificar as vazões de projeto da ETE, uma vez que o estudo de crescimento populacional usado pela Sabesp vislumbra um crescimento superior ao que o grupo foi capaz de conceber.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento, Estação de Tratamento de Esgoto, Elevatórias, Rede coletoras de esgoto.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vista aérea registrada com um drone da região de estudo. ....	5
Figura 2 - Registro de satélite da região de estudo .....	6
Figura 3 - Registro de satélite da região estudada.....	7
Figura 4 - Vista aérea registrada com um drone da região do Córrego Piranga na praia de Barra do Una.....	10
Figura 5 - Vista aérea registrada com um drone com destaque para a localização da Vila do Posto e Vila dos Mineiros.....	10
Figura 6 - Situação aparentemente crítica na Vila dos Mineiros .....	11
Figura 7 - Panorama da rua principal da Vila dos Mineiros .....	12
Figura 8 - Vista aérea registrada com um drone da praia da Juréia e do Engenho .....	16
Figura 9 - Classificação dos rios da Bacia do Rio Una. Em azul os rios de classe 2 e em verde os de classe 1.....	18
Figura 10 - Vista sobre a ponte do Rio Una com destaque para a junção do Rio Una com o Rio Cubatão .....	20
Figura 11 - Rio Cubatão visto de cima da ponte da Rodovia SP-055 .....	21
Figura 12 - Vista aérea registrada com um drone da região de estudo com ênfase para a presença das três praias e o contraste geográfico e da ocupação territorial .....	23
Figura 13 - Entrada da ETE Juquehy .....	27
Figura 14 - Vista da região antes de realizar o traçado que deu origem às curvas de nível.....	30
Figura 15 - Vista da região com o traçado que deu origem às curvas de nível.....	30
Figura 16 - Captura de tela do TCX Converter em funcionamento com os dados importados. ....	31
Figura 17 - Área de travessia das adutoras subaquáticas com destaque para a placa da Sabesp. Ao fundo a passarela de pedestres reconstruída recentemente. ....	35
Figura 18 - Esquema do sistema de esgotos sanitários de Barra do Una, Juréia e Engenho .....	36
Figura 19 - Vista aérea registrada com um drone da área por onde passará o emissário com destaque para a ETE e para o Rio Cubatão.....	37
Figura 20 – Vista aérea registrada com um drone imediatamente acima da ETE Una.....	41
Figura 21 – Vista aérea registrada com um drone da ETE Una e do bairro.....	41

Figura 22 - Vista aérea registrada com um drone da ETE Una com destaque para os principais equipamentos .....	42
Figura 23 - Vista geral da ETE. Destaque para a guarita e o prédio de operação.....	43
Figura 24 - Tanques da ETE Una com vegetação crescendo.....	43
Figura 25 - Destaque para a área de tratamento preliminar e o prédio da desidratação do lodo.....	44
Figura 26 - Destaque para o tanque de contato, o prédio de cloro e a subestação da ETE Una .....	44
Figura 27 - Vista aérea da Estação Elevatória do Engenho. Muita vegetação, inclusive com um mamoeiro crescendo em meio ao concreto .....	45
Figura 28 - Vista do terreno da Estação Elevatória de Barra do Una SB-U1 .....	46
Figura 29 - Registro de parte da planta na Jureia onde está evidenciado a elevada inclinação do terreno no meio da rotatória. ....	53
Figura 30 - Vista de perfil da Rua Warua entre a Alameda Tupiniquins e o fim da rua.....	53
Figura 31 - Registro da Rua Warua olhando a partir do cruzamento com a Alameda Tupiniquins para a rotatória revelando incompatibilidade com as curvas de nível obtidas.....	54
Figura 32 - Registro do interior do PI-125.....	56
Figura 33 - Registro do interior do PV-124 .....	57
Figura 34 - Registro do interior do PV-128 .....	58
Figura 35 - Registro de uma placa presente na região revelando empecilhos legais para a ocupação. ....	59
Figura 36 - Captura de tela do traçado da rede no CEsg 2001 .....	70
Figura 37 - Captura de tela do perfil dos trechos 1, 2, 3 e 11 da rede da Vila do Posto .....	70
Figura 38 - Captura de tela do perfil dos trechos 10, 12 e 11 da rede da Vila do Posto .....	71
Figura 39 - Divisão da rede da Vila dos Mineiros em Sub-redes .....	72
Figura 40 - Traçado da rede da Vila dos Mineiros conforme registro realizado no CEsg 2001 .....	73
Figura 41 - Perfil da rede do interior gerado pelo CEsg 2001 mostrando os trechos 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 .....	74
Figura 42 - Perfil da rede do interior gerado pelo CEsg 2001 mostrando os trechos 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 e 32.....	74
Figura 43 - Registro da divisão em sub-redes e o destaque das elevatórias da rede da Jureia.....	75
Figura 44 - Registro do traçado da rede da Jureia conforme feito no CEsg 2001. ....	77
Figura 45 - Perfil do trecho 55 da rede da Jureia retomando a discussão já realizada quanto à imprecisão das curvas de nível obtidas.....	78

Figura 46 - Perfil de trechos da rede da Jureia.....	78
Figura 47 - Perfil de trechos relevantes da da rede da Jureia revelando pontos bem profundos da rede .....	79
Figura 48 - Registro da localização das elevatórias e das linhas de recalque projetadas.....	81
Figura 49 - Perfil da Linha de Recalque da Vila do Posto.....	83
Figura 50 - Perfil da Linha de Recalque da Vila dos Mineiros Interior .....	83
Figura 51 - Perfil da Linha de Recalque da Vila dos Mineiros Rodovia .....	84
Figura 52 - Perfil da Linha de Recalque da Jureia Rodovia .....	84
Figura 53 - Perfil da Linha de Recalque da Jureia Praia.....	84
Figura 54 - Perfil da Linha de Recalque da Jureia Central .....	85
Figura 55 - Registro fotográfico da localização considerada da EEE Vila do Posto .....	100
Figura 56 - Registro fotográfico da localização considerada para a EEE Vila dos Mineiros Interior	103
Figura 57 - Registro fotográfico da localização aproximada da EEE Vila dos Mineiros Rodovia.....	105
Figura 58 - Registro fotográfico da localização aproximada da EEE Jureia Rodovia. ....	108
Figura 59 - Localização aproximada da EEE Jureia Praia.....	110
Figura 60 - Vista panorâmica com foco na localização da EEE Jureia Central.....	112
Figura 61 - Ciclo de operação sugerido. ....	147

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Arrecadação dos municípios com royalties do petróleo .....	8
Tabela 2 - Principais variáveis de qualidade analisadas no ponto de monitoramento do Rio Una e seus respectivos valores .....	19
Tabela 3 - Valores do IQA do Rio Una calculados bimestralmente no ano de 2016.....	20
Tabela 4 - Qualificação da balneabilidade anual de cada praia da região estudada.....	22
Tabela 5 - Vazão de esgoto projetada dos principais sistemas de São Sebastião (L/s).....	28
Tabela 6 - Produtividade referencial para o desassoreamento de condutos com diversas seções e situações de assoreamento. Equipamentos usados para o desassoreamento.....	38
Tabela 7 - Parâmetros adotados para o projeto da rede coletora.....	67
Tabela 8 - Parâmetros adotados para o dimensionamento de vazões. ....	68
Tabela 9 - População considerada em cada uma das regiões de estudo.....	68
Tabela 10 - Valores estimados de vazão para a Vila do Posto.....	69
Tabela 11 - Quadro resumo das vazões consideradas para cada uma das redes. ....	80
Tabela 12 - Quadro com os principais dados das Linhas de Recalque projetadas.....	82
Tabela 13 - Quadro resumo das cotas de lançamento das linhas de recalque.....	85
Tabela 14 - Quadro resumo com os principais atributos das Linhas de Recalque.....	86
Tabela 15 - Quadro com atributos das Linhas de Recalque.....	87
Tabela 16 - Arranjo hidráulico em termos de bombas das elevatórias projetadas.....	88
Tabela 17 - Velocidade e vazão da EEE Vila do Posto. ....	88
Tabela 18 - Velocidade e vazão da EEE Vila dos Mineiros Interior. ....	89
Tabela 19 - Velocidade e vazão da EEE Vila dos Mineiros Rodovia.....	89
Tabela 20 - Velocidade e vazão da EEE Jureia Rodovia.....	90
Tabela 21 - Velocidade e vazão da EEE Jureia Praia .....	90
Tabela 22 - Velocidade e vazão da EEE Jureia Rodovia.....	91
Tabela 23 - Quadro resumindo o número e a descrição das peças utilizadas na linha de recalque e das elevatórias. ....	92
Tabela 24 - Quadro resumo da perda de carga localizada no sistema da Vila do Posto .....	93

Tabela 25 - Quadro resumo da perda de carga localizada do sistema da Vila dos Mineiros Interior ...	93
Tabela 26 - Quadro resumo das perdas de carga localizada do sistema da Vila dos Mineiros Rodovia .....	94
Tabela 27 - Quadro resumo de perda de carga localizada do sistema da Jureia Rodovia.....	94
Tabela 28 - Quadro resumo de perda de carga localizada do sistema da Jureia Praia. ....	95
Tabela 29 - Quadro resumo da perda de carga localizada. ....	95
Tabela 30 - Quadro contendo a perda de carga distribuída da Linha de Recalque da Vila do Posto....	97
Tabela 31 - Quadro contendo a perda de carga distribuída da L.R. Vila dos Mineiros Interior. ....	97
Tabela 32 - Quadro contendo a perda de carga distribuída da Linha de Recalque da Vila dos Mineiros Rodovia. ....	98
Tabela 33 - Quadro contendo a perda de carga distribuída da Linha de Recalque da Jureia Rodovia. ....	98
Tabela 34 - Quadro contendo a perda de carga distribuída da Linha de Recalque da Jureia Praia.....	99
Tabela 35 - Quadro contendo a perda de carga distribuída da Linha de Recalque da Jureia Central. ...	99
Tabela 36 - Quadro resumo das perdas de carga localizada, distribuída e total da Vila do Posto. ....	101
Tabela 37 - Quadro resumo da perda de carga e das alturas geométricas e manométricas totais mínimas e máximas da Vila do Posto .....	101
Tabela 38 - Quadro resumo das perdas de carga localizada, distribuída e total do sistema da Vila dos Mineiros Interior .....	103
Tabela 39 - Quadro com as alturas geométrica e manométricas totais mínimas e máximas. ....	104
Tabela 40 - Quadro contendo as perdas de carga localizada, distribuída e total do sistema da Vila dos Mineiros Rodovia.....	106
Tabela 41 - Quadro com as alturas geométrica e manométricas totais mínimas e máximas da EEE Vila dos Mineiros Rodovia .....	106
Tabela 42 - Perdas de carga localizada, distribuída e total do sistema da Jureia Rodovia. ....	108
Tabela 43 - Quadro com as alturas geométrica e manométricas totais mínimas e máximas da Jureia Rodovia.....	109
Tabela 44 - Perdas de carga localizada, distribuída e total do sistema da Jureia Praia. ....	111
Tabela 45 - Quadro com as alturas geométrica e manométricas totais mínimas e máximas da Jureia Praia. ....	111
Tabela 46 - Perdas de carga localizada, distribuída e total do sistema da Jureia Praia.....	113
Tabela 47 - Quadro com as alturas geométrica e manométricas totais mínimas e máximas da Jureia Central.....	113

Tabela 48 - Quadro contendo o modelo de bomba adotado para cada elevatória bem como o respectivo rendimento.....	115
Tabela 49 - Tempo de ciclo determinado para bombas de diversas potências. ....	119
Tabela 50 - Quadro com os volumes úteis das elevatórias projetadas .....	120
Tabela 51 - Quadro contendo as principais características relacionadas às dimensões das elevatórias. ....	120
Tabela 52 - Tempo de detenção das elevatórias projetadas .....	121
Tabela 53 - Memória de cálculo do NPSHd das elevatórias para as dimensões projetadas. ....	122
Tabela 54 - Custo aproximado de materiais utilizados nas redes coletoras de esgoto. ....	124
Tabela 55 - Custo aproximado de serviços relacionados ao assentamento dos tubos e o escoramento da rede.....	124
Tabela 56 - Custo aproximado das movimentações de terra.....	125
Tabela 57 - Custos com materiais e construções estimados para as 3 redes. ....	126
Tabela 58 - Custos dos materiais utilizados para as linhas de recalque. ....	126
Tabela 59 - Custo do serviço considerado para o assentamento dos tubos.....	126
Tabela 60 - Custo estimado da escavação e reaterro.....	127
Tabela 61 - Custo total aproximado de cada uma das Linhas de Recalque. ....	127
Tabela 62 - Custo aproximado unitário dos itens utilizados. ....	128
Tabela 63 - Custo aproximado total de cada uma das elevatórias. ....	129
Tabela 64 - Custos consolidados estimados para cada uma das frentes de trabalho.....	129
Tabela 65 - Valores calculados pela Sabesp para escolha do conjunto motor-bomba.....	130
Tabela 66 - Características dimensionais da EEE Engenho.....	131
Tabela 67 - Peças e cálculo do K para a estação elevatória do Engenho e para a linha de recalque do Engenho. ....	131
Tabela 68 - Velocidades nas tubulações com os dados de vazão calculados pela Sabesp.....	132
Tabela 69 - Quadro contendo as perdas de carga localizadas para as vazões calculadas pela Sabesp. ....	132
Tabela 70 - Perdas de carga distribuídas ao longo da linha de recalque do Engenho.....	133
Tabela 71 - Alturas geométricas e manométricas totais máximas e mínimas do Engenho utilizando dados de vazão calculados pelo grupo. ....	133

Tabela 72 - Dados de vazão em alta temporada para o bairro do Engenho conforme calculado pelo grupo. ....	134
Tabela 73 - Dados de vazão afluente à EEE Engenho conforme calculado pelo grupo para a alta temporada.....	134
Tabela 74 - Quadro contendo os valores da velocidade nas tubulações considerando os dados de vazão calculados pelo grupo. ....	135
Tabela 75 - Quadro contendo as perdas de carga localizadas nas tubulações envolvendo a EEE do Engenho e considerando as vazões calculadas pelo grupo. ....	135
Tabela 76 - Quadro contendo a perdas de carga distribuídas ao longo da linha de recalque do Engenho para as vazões calculadas pelo grupo.....	136
Tabela 77 - Alturas geométricas e manométricas totais máximas e mínimas do Engenho utilizando dados de vazão calculados pelo grupo. ....	136
Tabela 78 - Bomba escolhida para a EEE do Engenho e o respectivo rendimento de operação. ....	137
Tabela 79 - Quadro com as principais características dimensionais da EEE do Engenho.....	139
Tabela 80 - Coeficientes adotados ao longo do projeto .....	140
Tabela 81 - Vazões de projeto para o dimensionamento da ETE. ....	141
Tabela 82 - Valores do expoente n, do coeficiente K e as capacidades das calhas Parshall mais comuns. ....	142
Tabela 83 - Quadro contendo as perdas de carga admitidas e calculada para duas situações de operação da grade. ....	145
Tabela 84 - Principais grandezas e valores utilizados.....	147
Tabela 85 - Especificações dos difusores. ....	152
Tabela 86 - Comparação de alguns valores projetados pelo grupo e pela Sabesp. ....	155
Tabela 87 - Quadro resumo com as principais dimensões e parâmetros calculados.....	156

## SUMÁRIO

1.	Introdução .....	1
2.	Objetivos .....	3
3.	Levantamento de Dados .....	4
3.1.	Definição do Local .....	4
3.1.1.	Características físicas .....	4
3.1.2.	Características econômicas .....	7
3.1.3.	Características sociais .....	8
3.1.4.	Características ambientais .....	14
3.2.	População .....	25
3.2.1.	Dados atuais da população .....	25
3.2.2.	Projeções de crescimento da população .....	27
3.3.	Levantamento de dados topográficos .....	29
3.4.	Infraestrutura .....	32
3.4.1.	Infraestrutura geral .....	32
3.4.2.	Infraestrutura de saneamento .....	34
3.5.	Situação da ETE .....	46
3.5.1.	Histórico da ETE .....	46
3.5.2.	Demandas da comunidade .....	48
4.	Análise dos dados .....	50
4.1.	Análise dos dados topográficos .....	50
4.2.	Localização da ETE .....	54
4.3.	Discussão quanto à taxa de infiltração .....	55
4.4.	Discussão quanto à projeção populacional e o cálculo da vazão .....	59
4.5.	Atendimento à legislação .....	62
4.6.	Balneabilidade da Praia de Barra do Una e dados de pluviometria .....	62
4.7.	Situação de manutenção da ETE e da rede coletora .....	63
4.8.	Discussão quanto à adoção do sistema de lodos ativados com aeração prolongada em batelada .....	64
5.	Definição do problema .....	65
6.	Redes de Esgoto .....	66
6.1.	Rede da Vila do Posto .....	69
6.2.	Rede da Vila dos Mineiros .....	71
6.3.	Rede da Jureia .....	75

7.	Linhas de Recalque .....	81
8.	Estações elevatórias de esgoto .....	86
8.1.	Perdas de carga localizadas .....	88
8.2.	Perdas de carga distribuídas .....	96
8.3.	Curvas do sistema .....	100
8.3.1.	EEE Vila do Posto.....	100
8.3.2.	EEE Vila dos Mineiros Interior.....	102
8.3.3.	EEE Vila dos Mineiros Rodovia .....	105
8.3.4.	EEE Jureia Rodovia .....	107
8.3.5.	EEE Jureia Praia.....	110
8.3.6.	EEE Jureia Central .....	112
8.4.	Escolha das bombas .....	114
8.5.	Dimensionamento do poço de sucção .....	119
8.5.1.	Volume útil .....	119
8.5.2.	Volume projetado.....	120
8.5.3.	Verificação do tempo de detenção do esgoto.....	121
8.5.4.	Verificação do NPSH.....	122
8.5.5.	Projeto das Elevatórias.....	123
9.	Orçamento das redes coletoras, linhas de recalque e estações elevatórias.....	124
9.1.	Orçamento das redes coletoras.....	124
9.2.	Orçamento das linhas de recalque.....	126
9.3.	Orçamento das estações elevatórias .....	127
9.4.	Custo total para a inclusão da Vila do Posto, Vila dos Mineiros e da Praia da Jureia no futuro SES de Barra do Uma .....	129
10.	Verificação da Estação Elevatória do Engenho e da Linha de Recalque correspondente.....	130
11.	Projeto de Estação de Tratamento de Esgoto.....	140
11.1.	Vazões de Projeto.....	140
11.2.	Tratamento Preliminar .....	141
11.2.1.	Escolha da Calha Parshall .....	141
11.2.2.	Desarenador .....	142
11.2.3.	Gradeamento .....	144
11.2.4.	Figuras do Tratamento Preliminar .....	145
11.3.	Dimensionamento do sistema lodos ativados .....	145
11.3.1.	Parâmetros calculados.....	148
11.3.2.	Desenho dos Tanques.....	152
11.4.	Pós Tratamento – Desinfecção.....	152

11.4.1.	Tanque de Contato .....	152
11.5.	Comparação de Projetos.....	153
11.5.1.	Tratamento preliminar.....	154
11.5.2.	Tanques de aeração .....	154
11.5.3.	Tanque de contato .....	154
11.6.	Layout da ETE .....	155
11.7.	Quadro Resumo.....	155
12.	Considerações Finais .....	157
	Referências bibliográficas.....	159
	ANEXOS .....	163

## **1. Introdução**

A falta de esgotamento sanitário adequado e a consequente disposição inapropriada dos esgotos geram, em todo o mundo, problemas relacionados à saúde pública, como a proliferação de doenças, e ao meio ambiente, como a poluição de corpos da água. Mesmo com a Lei de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/07), que vigora há mais de dez anos e estabelece diretrizes para o saneamento básico em todo o país, o Brasil ainda apresenta índices insatisfatórios com relação à coleta e ao tratamento de esgoto. Segundo o SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento), em seu Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto de 2016, no Brasil é coletado apenas 51,9% do esgoto gerado, do qual somente 74,9% é tratado. Os índices melhoram para o Estado de São Paulo, onde 79,7% do esgoto gerado é coletado e, do coletado, 79,2% é tratado. Entretanto, os índices de coleta e tratamento de esgoto em São Paulo variam consideravelmente de acordo com a região do Estado.

O presente trabalho tem como região de estudo as praias da Jureia, do Engenho e da Barra do Una localizados no município de São Sebastião, litoral norte de São Paulo. A UGRHI 3, unidade de gestão de recursos hídricos que contempla a região mencionada, possui os menores índices de tratamento e coleta de esgotos do estado (Plano de Bacia Hidrográfica do Litoral Norte do Estado de São Paulo, 2016). Com relação ao município de São Sebastião, o Plano Municipal de Saneamento elaborado em 2011 relatou índice de atendimento do sistema de esgotamento sanitário do município de apenas 42%. Vale ressaltar ainda que, segundo o mesmo documento, as três praias consideradas para este estudo não apresentavam na época sistema de esgotamento sanitário.

O Plano Municipal de Saneamento de São Sebastião previa, para a melhora dos problemas relacionados à coleta e tratamento de esgotos, a implantação do “Sistema Barra do Una”, projeto este que, de acordo com dados da Sabesp, contemplaria a construção de quatro estações elevatória, estação de tratamento de esgotos, 4 km de linha de recalque, 11,1 km de rede coletora, 15 m de coletor tronco e 357,70 m de emissário. Devido a diversos fatores, o projeto não foi implementado por completo, tendo sido a estação de tratamento de esgoto parcialmente construída e sem nunca ter sido posta em funcionamento. O caráter inconcluso do projeto resulta em ônus ambientais e prejuízos financeiros para o Estado e para a população. Dessa forma, a revisão do projeto e o eventual reprojeito do “Sistema Barra do Una” se apresentam como importantes temas de estudo para a resolução do problema relacionado ao esgotamento sanitário da região. Até porque, como é descrito na literatura, um empreendimento desse tipo tem um horizonte de projeto a ser considerado que já foi parcialmente esgotado

devido ao atraso da conclusão das obras, fazendo-se imperioso que se avalie o projeto à luz de novas informações obtidas e apresentadas ao longo deste trabalho.

## **2. Objetivos**

Os objetivos deste trabalho consistem em redimensionar a ETE da Barra do Una de forma a verificar a possibilidade de se tratar o esgoto das três comunidades vizinhas: da Barra do Una, do Engenho e Jureia de acordo com um novo horizonte de projeto. Também faz parte dos objetivos deste trabalho fazer o projeto de uma rede coletora de esgoto na Praia da Jureia e de comunidades vizinhas, considerando um estudo da melhor alternativa do envio do esgoto.

Dessa forma, pode-se afirmar que os objetivos do trabalho são:

- Redimensionar a ETE da Barra do Una com um novo horizonte de projeto e incluindo comunidades vizinhas.
- Projetar uma rede coletora de esgoto na Praia da Jureia e nas comunidades vizinhas.
- Dimensionar, caso necessário, estações elevatórias para escoar o esgoto coletado na Praia da Jureia e nas comunidades vizinhas.
- Dimensionar as linhas de recalque necessárias para transporte do esgoto coletado.
- Avaliar as elevatórias já projetadas de acordo com um novo horizonte de projeto.

### **3. Levantamento de Dados**

#### **3.1. Definição do Local**

##### **3.1.1. Características físicas**

O litoral do Estado de São Paulo é comumente dividido em duas regiões. O Litoral Norte e o Litoral Sul. Atribui-se ao município de Bertioga o início do que é chamado de Litoral Norte. Bertioga possuiria 59.297 habitantes, de acordo com estimativas realizadas pelo IBGE para o ano de 2017 e inclui as praias da Riviera de São Lourenço e Guaratuba em seus limites. Suas principais atividades são o turismo e a pesca.

Imediatamente depois de Bertioga, após cruzar um rio que deságua na praia de Boracéia, pode-se verificar a existência de São Sebastião, um município que se estende por boa parte do Litoral Norte de São Paulo e inclui diversas praias. Após São Sebastião, cruza-se o Rio Juqueriquerê e chega-se em Caraguatatuba e Ubatuba antes de chegar-se em Paraty, encerrando-se o que é conhecido como Litoral Norte de São Paulo.

Pelo fato das praias de Jureia, Engenho e Barra do Una estarem no município de São Sebastião, mais especificamente no trecho conhecido como Costa Sul de São Sebastião, esse município será o foco deste estudo. Sendo assim, cabe apontar que São Sebastião possuía 73.942 habitantes no último Censo realizado pelo IBGE em 2010. De acordo com o mesmo instituto, se estimava que em 2017 a população no município seria de 85.538 habitantes. Geograficamente, São Sebastião está inserida em uma estreita planície entre as montanhas e o mar. Essa planície possui cerca de 3 km de largura e é pouco povoada em boa parte de sua extensão.

O zoneamento do litoral norte de São Paulo é previsto pelo Decreto nº 62.913, de 08 de novembro de 2017, que dispõe sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico do Setor do Litoral Norte, estabelecendo as normas de uso e ocupação do solo e de manejo dos recursos naturais como mostra o Anexo I.

A praia da Barra do Una, assim como os loteamentos em seu entorno, está inserida na zona Z4T, cujas características são a existência de assentamentos urbanos descontínuos, de ecossistema primitivo significadamente modificado e de cobertura vegetal significadamente alterada. As praias da Jureia e do Engenho, bem como os loteamentos de seu entorno, também estão inseridas na zona Z4T, porém também está incluído na subzona Z4T OD, que contempla áreas que necessitam de ordenamento espacial. Entre as praias, há áreas mais preservadas, que se inserem na zona Z1T, cujas características são a ocorrência de vegetação nativa em estágio

avançado de regeneração e fauna associada, o predomínio de Áreas de Preservação Permanente, a ocorrência de Unidades de Conservação de Proteção Integral e a existência de comunidades tradicionais.

Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico de São Sebastião (2011), o município possui relevo majoritariamente plano, formado por baixadas litorâneas de sedimentação marinha e continental, interrompido por escarpas que originam baías e praias isoladas. O solo da região é arenoso, com concentração de areia superior a 85%, fato que explica a alta taxa infiltração, percolação e lixiviação de substâncias alcalinas solúveis. Devido a essas características geológicas, o solo apresenta acidez e baixo potencial produtivo. Com relação à vegetação, São Sebastião apresenta, em seus espigões e morros isolados, a formação de floresta ombrófila densa e, na baixada litorânea, a formação de restingas. Embora a maior parte da vegetação natural tenha sido devastada devido à forma que foi dada a ocupação do território desde a época colonial, ainda existem grandes áreas preservadas por parques ou tombamentos, consideradas, inclusive, no Zoneamento Ecológico-Econômico da região (PMSB, 2011).

Para melhor ilustrar a região, a Figura 1 mostra as praias de Jureia, Engenho e Barra do Una sob vista aérea.

Figura 1 - Vista aérea registrada com um drone da região de estudo.



Fonte: Autores

Pela Figura 1, é possível observar as três praias, Jureia em primeiro plano, Engenho em segundo plano e Barra do Una ao fundo. Também é possível perceber a predominância do relevo plano e da existência de escarpas que originam praias isoladas na região, como é relatado no Plano Municipal de Saneamento Básico.

As Figuras 2 e 3 visam, por meio de imagens de satélite, localizar o leitor na região de estudo.

Figura 2 - Registro de satélite da região de estudo



Fonte: Google Earth

Figura 3 - Registro de satélite da região estudada



Fonte: Google Earth

### 3.1.2. Características econômicas

Embora haja, em São Sebastião, um desenvolvimento econômico de destaque relacionados às atividades portuárias do Terminal Marítimo Almirante Barroso (TEBAR), especializado na carga e descarga de grânéis líquidos (petróleo e derivados), de propriedade da Petrobras, as comunidades alocadas no entorno das praias de Jureia, do Engenho e da Barra do Una apresentam as atividades turísticas como característica econômica principal. Há também, em menor escala, o desenvolvimento de atividades de pesca, mas, visto as características das habitações locais, pode-se notar o predomínio do turismo como atividade econômica essencial.

Segundo o IBGE (2015) o PIB per capita do município de São Sebastião foi de R\$44.470,05, mas provavelmente esse valor está concentrado na área urbana do município onde o porto e demais atividades industriais estão localizadas. Da mesma forma, outra fonte importante de recursos do município é a atividade petroquímica. Segundo a ANP (Agência Nacional de Petróleo, 2017), São Sebastião recebeu em 2017 um total de 86,9 milhões de reais em royalties do petróleo, como mostra a Tabela 1. Apenas para comparação, dados do IBGE mostram que as receitas do município de São Sebastião ao longo do ano de 2011 somaram um total de 374 milhões de reais, revelando a importância dos royalties do petróleo para o orçamento da cidade.

Tabela 1 - Arrecadação dos municípios com royalties do petróleo

Município	2018 (até abril)	2017	2016	2015	2014	2013
São sebastião	R\$35.854.854,61	R\$86.947.498,56	R\$66.318.100,96	R\$85.629.731,27	R\$104.231.262,03	R\$89.080.445,11
Bertioga	R\$20.196.861,52	R\$49.667.782,89	R\$36.968.297,71	R\$43.212.350,52	R\$55.967.930,47	R\$42.718.754,67
Ilha Bela	R\$97.226.645,13	R\$228.068.935,21	R\$153.932.630,35	R\$157.732.045,12	R\$121.665.153,92	R\$61.786.550,12

Fonte: ANP (2017)

A indústria de petróleo se relaciona com a região de estudo, à medida que passa pelas praias da Jureia, Engenho em um trecho um pouco mais distante e Una, o Oleoduto da Transpetro que liga Santos a São Sebastião, gerando alguns terrenos que não podem ser explorados. De maneira análoga, também passa pela região, mas agora só cruzando as Vilas do Posto e dos Mineiros, a linha de transmissão que abastece a região com energia. Fica, aliás, na Vila do Posto, a subestação da EDP responsável pela energia de Barra do Una.

As praias de Barra do Una, Jureia e Engenho, no entanto, obedecem uma lógica própria e bem distante da indústria do petróleo apesar de serem cruzadas pelo Oleoduto. A atividade econômica na região, conforme já mencionado, é muito baseada no turismo. Em visitas à região, foi constatada a presença de uma pequena área de comércio concentrado principalmente na praia de Barra do Una. Lá, observa-se a presença de um supermercado, algumas lojas, restaurantes, uma Igreja, um cemitério, bares, dois hotéis, e alguma atividade náutica concentrada no entorno. Cabe destacar que, ao longo dos anos, Barra do Una se consolidou como um pequeno polo de atividade econômica na região. A presença do rio Una faz da praia como um todo uma das únicas do litoral norte com a possibilidade de se instalar marinas que, por sua vez, usam a foz do rio para chegar ao mar. Inclusive é aí que se instalou, em 1964, o Iate Clube de Barra do Una, um ícone que é, de certa forma, propulsor da atividade náutica na praia.

Se a atividade econômica em Barra do Una é incipiente, pode-se dizer que o cenário não é nem um pouco diferente na Jureia e no Engenho. Isso faz com que as demais praias sejam dependam dos serviços presentes em Barra do Una.

### 3.1.3. Características sociais

As características sociais da região delimitada pelas três praias e comunidades do entorno são bastante heterogêneas. De acordo com um frequentador antigo, a primeira das praias a ter alguma urbanização foi Barra do Una a partir dos anos 1960. Antes disso, a praia era ocupada por pescadores e caiçaras que possuíam uma atividade praticamente de

subsistência. Aos poucos, com a valorização dos terrenos, os pescadores foram deixando os terrenos mais próximos do mar e migrando para outras localidades mais longe da praia, ou para o outro lado da rodovia que dá acesso às praias, dando origem a uma urbanização mais desestruturada de dois bairros conhecidos como a Vila do Posto e a Vila dos Mineiros.

Remanesce ainda, na praia de Barra do Una, entre as Ruas Brasília e a Rua Magno Passos Bittencourt, vestígios de vilas de pescadores com vielas para pedestre que cruzam pequenas casas. Nesse trecho, não existe acesso para carros e o trajeto deve ser feito a pé, razão pela qual muitas vezes essas casas não são percebidas. Essa região merece atenção especial porque por ali passa um pequeno córrego que não tem vazão perene, mas que em épocas de chuva retorna à atividade intensamente. Esse córrego recebe o nome de Córrego Piranga e vai terminar seu curso no Rio Una logo antes de desaguar no mar. Em conversas com moradores do entorno e com a própria associação de moradores da praia, relatou-se forte cheiro de esgoto em alguns períodos, e que pescadores costumavam a pescar Pitu (uma espécie de camarão) naquela localidade antigamente. Não se sabe ao certo de onde esse odor vem e nem se o córrego recebe contribuições sanitárias indevidas. As características locais da região mencionada estão apresentadas nas Figuras 4 e 5.

Figura 4 - Vista aérea registrada com um drone da região do Córrego Piranga na praia de Barra do Una



Fonte: Autores

Figura 5 - Vista aérea registrada com um drone com destaque para a localização da Vila do Posto e Vila dos Mineiros



Fonte: Autores

Outras regiões da praia de Barra do Una que merecem destaque, e que já foram mencionadas, são as regiões de ocupação mais desordenada conhecidas como Vila do Posto e Vila dos Mineiros. A Vila do Posto está instalada aos fundos de um antigo posto de gasolina em frente à rotatória que dá acesso à Barra do Una e, por isso, recebe esse nome. Elas não foram contempladas com sistema de esgotamento, apresentando infraestrutura deficiente. De fato, em visitas aos dois bairros constataram-se situações típicas de falta de destinação adequada para o esgoto gerado, conforme Figura 6. Também pode-se ter uma ideia da urbanização do bairro de acordo com a Figura 7.

Figura 6 - Situação aparentemente crítica na Vila dos Mineiros



Fonte: Autores

Figura 7 - Panorama da rua principal da Vila dos Mineiros



Fonte: Autores

A região da praia do Engenho tem uma caracterização social muito mais homogênea. Isso porque as casas ficam em sua totalidade em pequenos condomínios fechados e servem, em sua imensa maioria, como casas de veraneio. A praia também é menor e não possui hotéis, tampouco espaço para compras. Também cabe registrar que as casas são de alto padrão e o bairro está bastante urbanizado

A praia da Jureia, por sua vez, tem características similares às duas outras praias. Se, por um lado, tem poucos serviços como o Engenho, por outro lado ela tem uma urbanização muito mais parecida com Barra do Una, e condomínios são a minoria. A praia da Jureia também é a menos urbanizada das três, sobretudo por conta de disputas pela regularização fundiária da região. Isso faz com que o trecho mais próximo da praia seja mais urbanizado e o trecho mais próximo da rodovia tenha quarteirões inteiros vazios. Tal constatação pode ser vista nas Figura 1 e 3.

Apesar disso, as casas que estão na praia da Jureia são de alto padrão e, assim como em Una e no Engenho, servem em sua imensa maioria como residências de veraneio. Prova disso

são dados do IBGE (2010) que revelam que, no setor de São Sebastião compreendido pela praia do Engenho e da Barra do Una, o Censo de 2010 registrou 1199 domicílios e 817 pessoas residentes. Analogamente, o mesmo Censo registrou 229 domicílios na Jureia e 125 pessoas residentes. Ou seja, em todas as amostras foram registradas menos de uma pessoa vivendo em cada casa, o que só permite concluir que as casas ficam desocupadas boa parte do tempo.

Outro ponto que cabe destacar nesse quesito é a questão das associações de moradores presentes em cada praia. As três praias têm associações que buscam representar o interesse da comunidade frente ao poder público. A SABU (Sociedade dos Amigos de Barra do Una) a Samaju, (Sociedade dos Amigos da Jureia) e a SAPE (Sociedade Amigos Praia do Engenho) são órgãos sem fins lucrativos que organizam eventos, propõem demandas sociais, de segurança, saúde, educação, meio ambiente, recreação, esportivas e culturais para o poder público, buscando o interesse dos moradores e visitantes. Elas contam com associados, que geralmente são os proprietários das residências que realizam contribuições, o que permite que as associações ocupem espaços que seriam tipicamente de responsabilidade do Estado. Exemplo disso são a manutenção de um salva-vidas na praia durante a alta temporada, manutenção da limpeza da praia com varrição e coleta de resíduos, realização de eventos culturais, manutenção de câmeras de vigilância no bairro, entre outros.

Dessa forma, pode-se dizer que as associações, sobretudo a SABU, têm um espaço muito importante nesse trabalho, pois parte dela uma pressão grande, tanto em sobre os proprietários de casas, para que eles implantem fossas sépticas e realizem corretamente a manutenção das mesmas em suas residências, quanto sobre a Sabesp para que ela dê andamento às obras. Nesse mesmo sentido, em conversas com a SABU, relatou-se que uma apreensão que se tem é que, mesmo com o fim das obras, os moradores não se conectem às redes coletoras, já que não haveria a fiscalização, uma vez que esta caberia à Prefeitura. Coube também à SABU, por exemplo, liderar uma iniciativa de construção de fossa séptica que buscava atender alguns moradores do entorno do córrego Piranga, que supostamente não tinham uma destinação adequada do esgoto. No entanto, por enfrentar a resistência de alguns moradores, a iniciativa não prosperou.

No que tange a história da região, Einar Kok, em seu livro de memórias, dedica um capítulo para descrever sua relação com a praia de Barra do Una, onde adquiriu um terreno em 1964. Kok (2003) descreve um pouco da história da região e relata que em 1785 já existia em Barra do Una uma capela, um cemitério, que permanece ativo até os dias de hoje e supõe-se

ser um dos mais antigos da região, e uma pequena casa onde moravam os frades. Já na década de 1920, Una permanecia um povoado centralizado ao redor de sua Capela e cruzado por uma linha telegráfica entre Santos e São Sebastião, construída em 1885 e que atuou como um eixo condutor de uma primeira onda de urbanização em toda a região. Àquela época os moradores locais extraíam recursos como palmito, madeira e caças da floresta, construíam suas próprias canoas e pilões de madeira e exportavam para troca por outras mercadorias em Santos.

Ainda de acordo com Kok (2003), na década de 1940, a região enxergou uma outra onda de urbanização ditada, dessa vez, pela iniciativa de uma exploração agrícola sobretudo de extensos bananais. Então, as áreas que antes eram fazendas, foram aos poucos loteadas e urbanizadas, avenidas foram sendo abertas e mais tarde veio a energia elétrica e outros adventos da tecnologia. Permanecem, no entanto, remanescentes dessa antiga colonização caiçara por meio de filhos e netos dos primeiros habitantes, mas que aos poucos vão se perdendo por conta da saída dessas pessoas.

Kok (2003) menciona outro autor, João Andrade de Souza Júnior, médico e um dos primeiros a construir sua casa de verão em Barra do Una e que foi também o fundador da SABU. Souza Júnior escreveu em 1995 um livro a partir de sua pesquisa sobre a história de Barra do Una. Nesse livro relata histórias interessantes da região como o relato de uma endemia de hanseníase e relaciona a presença da doença ao hábito dos moradores de caçar e comer sabiás. Ao conscientizar a população local dos perigos de ingerir sabiás, foi aos poucos vendo as taxas da doença diminuir. Souza Júnior (1995) também relata a origem da SABU em maio de 1976 e diversas ações da Associação no sentido da defesa do meio ambiente, comprovadas a partir de documentação de jornal. Interessante notar também que o autor descreve como uma realização datada de 1984 encontros com a Cetesb e a Sabesp, no sentido de se instalar rede de esgoto na região. Mais de 30 anos após os fatos, o bairro dispõe de redes de esgoto, mas ainda não são funcionais.

#### **3.1.4. Características ambientais**

As características ambientais diretamente afetadas por um eventual projeto de saneamento na região devem ser atenciosamente estudadas, para que sejam respeitadas as exigências legais envolvidas e para que os impactos ambientais sejam reduzidos ao máximo.

Dessa forma, quando se trata de projetos de saneamento, o primeiro tópico a ser analisado são os corpos hídricos da região. As praias da Jureia, Engenho e Barra do Una, embora ocupem uma área restrita, abrangem ou se relacionam diretamente com diversos corpos hídricos com características variadas. Além da existência das águas costeiras, cuja qualidade está diretamente relacionada com a infraestrutura sanitária da região, o local de estudo abrange outros importantes corpos hídricos que devem ser levantados e analisados com cautela. A começar, pode-se citar o Rio Cubatão e o Rio Una, ambientes lóticos e candidatos a serem corpos receptores de um projeto de estação de tratamento de esgotos. No caso do projeto estagnado, previa-se o rio Cubatão, que é tributário do rio Una, como corpo receptor dos efluentes tratados pela ETE. Cabe apontar que o Rio Una, em conjunto com o Rio Cubatão, possui a vazão de referência  $Q_{7,10}$  mais alta de toda a bacia hidrográfica do Litoral Norte, com um valor de  $1,72 \text{ m}^3/\text{s}$  (Comitê de Bacias Hidrográficas do Litoral Norte, 2014)

Apesar de esses rios serem os de maior porte e com vazões altas, existem também córregos espalhados ao longo das áreas ocupadas e que deságuam em corpos de maior porte. Em visita ao local, constatou-se vazões baixas e variáveis para tais córregos, sendo alguns de características temporárias, isto é, mostram escoamento apenas em períodos chuvosos quando o lençol freático se apresenta alto. Por fim, existe também um corpo representante dos ambientes lênticos. Na região da Jureia, encontra-se um lago de característica estuarina. Com água salobra e contribuições pluviais, sua divisão com o mar se dá apenas por uma faixa de areia, que é encoberta a depender da alta da maré e da quantidade de chuvas. O lago é bastante característico da região, de forma que é utilizado para lazer e pesca pelos visitantes. Seu uso indevido já acarretou inclusive problemas: De acordo com notícia publicada na Folha de S. Paulo, em 2007, um grupo de cerca de 15 banhistas esvaziou, durante o feriado de ano novo, boa parte do lago da Jureia, cavando uma vala na faixa de areia que divide o lago do mar para provocar uma pororoca artificial e poderem surfar. O caso foi denunciado às autoridades e foi enquadrado como crime ambiental, mostrando a preocupação da população local com a preservação ambiental do lago. A Figura 8 mostra o lago da Jureia e a faixa de areia que a separa do mar, bem como um trecho da praia do Engenho.

Figura 8 - Vista aérea registrada com um drone da praia da Juréia e do Engenho



Fonte: Autores

Para a efetiva análise dos corpos hídricos citados anteriormente, deve-se avaliar a qualidade de suas águas e as restrições legais envolvidas. O primeiro ponto a ser levantado é o enquadramento dos corpos hídricos da região. O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, é previsto pelo artigo 5º da lei nº9.433/97 (Lei das Águas) como instrumento de gestão de recursos hídricos. Ainda segundo a mesma lei, entende-se como objetivos do instrumento: assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes. Embora a Lei das Águas estabeleça diretrizes gerais para a gestão de recursos hídricos, ela não determina os parâmetros de qualidade e seus limites de enquadramento para cada classe existente. Para tais esclarecimentos, existe a Resolução CONAMA 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Ainda assim, tais leis não determinam a classe de cada corpo hídrico e, para isso, a própria unidade de gerenciamento de recursos hídricos em que o corpo d'água se

aloca estabelece a qual classe o corpo pertence. A unidade de gerenciamento de recursos hídricos em que se encontram as praias da Jureia, Engenho e Barra do Una é a UGRHI 3, referente à região do Litoral Norte de São Paulo. Dessa forma, o Plano de Bacias Hidrográficas do Litoral Norte do Estado do ano de 2012 estabelece as classes para os rios da região de maneira que “todos os corpos d’água acima da cota 50 m são pertencentes à Classe 1 e todos os demais rios são pertencentes à Classe 2”. Assim, o Anexo II retrata o enquadramento dos rios para a Bacia do Litoral Norte como um todo, como é previsto pelo Plano de Bacias.

Embora a sub-bacia do Rio Una seja uma pequena parte da UGRHI 3, mas a segunda maior sub-bacia de São Sebastião, com 120,8 km<sup>2</sup>, é importante entender que ela está inserida em um âmbito legal maior, sob um gerenciamento que engloba toda a região do Litoral Norte. Já em termos práticos, é preciso analisar com maior detalhamento a região da Bacia do Una, onde estão inseridas as três praias em estudo. Assim, a Figura 9, contendo a mesma classificação dos rios, mostra um recorte do Litoral Norte, enfatizando a região de estudo.

Figura 9 - Classificação dos rios da Bacia do Rio Una. Em azul os rios de classe 2 e em verde os de classe 1.



Fonte: CETESB

De todo modo, vale enfatizar que a predominância de rios de classe 1 e de classe 2 na Bacia do Litoral Norte podem indicar, de forma não excludente, os seguintes aspectos: a possibilidade de se atingir altos padrões de qualidade da água para os rios da região e a incipiência ou simplicidade da classificação.

A estação de tratamento de esgotos não concluída situa-se em área própria da Sabesp no interior da praia do Una, e localizada na Avenida Magno dos Passos Bittencourt, nº 1520. Por se encontrar em região com cota inferior a 50 m, a ETE lançaria o esgoto no Rio Cubatão, em um trecho classificado como classe 2. Rios que estejam devidamente enquadrados na classe 2 podem ter suas águas destinadas para diferentes usos, como por exemplo: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e, por fim, à aquicultura e à atividade de pesca.

Como a classificação dos corpos hídricos tem caráter prescritivo, muitas vezes ocorre a não adequação de um corpo à sua classificação. Isto acontece quando os limites de enquadramento dos padrões de qualidade ditados pela CONAMA 357/2005 são extrapolados. Dessa forma, não é suficiente saber a classificação dos rios, é importante que seja analisada

também a adequação dos rios quanto ao enquadramento estabelecido. Para isso, deve-se analisar a qualidade dos rios, frente aos parâmetros contidos na CONAMA 357/2005.

A CETESB, por meio de seu Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo de 2016, mostra a análise da qualidade das águas do Rio Una no ponto de monitoramento RUNA02950, localizado na margem direita do rio, ao lado do cemitério da região, em local perto da foz, onde já existe interferência da qualidade das águas devido às atividades humana. A Tabela 2 aponta as variáveis principais de qualidade analisadas no ponto de monitoramento.

Tabela 2 - Principais variáveis de qualidade analisadas no ponto de monitoramento do Rio Una e seus respectivos valores

Corpo Hídrico	Ponto	Classe	Condutividade	Turbidez	Nitrogênio-Nitrato	Nitrogênio Amoniacal	Oxigênio Dissolvido	DBO (5, 20)	Fósforo Total	Escherichia Coli	Clorofila a
Rio Una	RUNA02950	2	5100	6,6	0,71	0,28	7,9	3,0	0,090	253	1,1

Fonte: CETESB

A partir da Tabela 2, é possível concluir que, pelo menos no que tange às variáveis principais de enquadramento, as águas do Rio Una mostram-se de boa qualidade. Entretanto, a Tabela 2 não compreende todos os parâmetros de enquadramento previstos pela CONAMA 357/2005 e, assim, é necessário que haja a análise das outras variáveis de qualidade da água. Dessa forma, a CETESB ainda analisou a conformidade das águas do Una frente aos padrões de qualidade para mais algumas variáveis e ensaios. São eles: manganês total, níquel total, zinco total, ensaio ecotoxicológico com *Ceriodaphnia dubia*, cádmio total, mercúrio total, chumbo total, alumínio dissolvido, ferro dissolvido e, por fim, cobre dissolvido. Com exceção ao alumínio dissolvido, todas as outras medições mostraram conformidade dos parâmetros com relação aos padrões de qualidade. Em metade de suas análises, para a variável alumínio dissolvido identificou-se concentrações fora dos limites para o padrão de enquadramento, sendo o único parâmetro identificado como desconforme.

Ainda com relação à qualidade da água do rio Una, pode-se analisar também o Índice de Qualidade da Água (IQA), que é calculado a partir de alguns parâmetros de qualidade. A

CETESB, nesse mesmo Relatório de Qualidade das Águas Interiores, apresenta medições bimestrais do IQA do rio Una no mesmo ponto de monitoramento RUNA02950. A Tabela 3 mostra os valores do IQA para o rio calculados bimestralmente no ano de 2016.

Tabela 3 - Valores do IQA do Rio Una calculados bimestralmente no ano de 2016

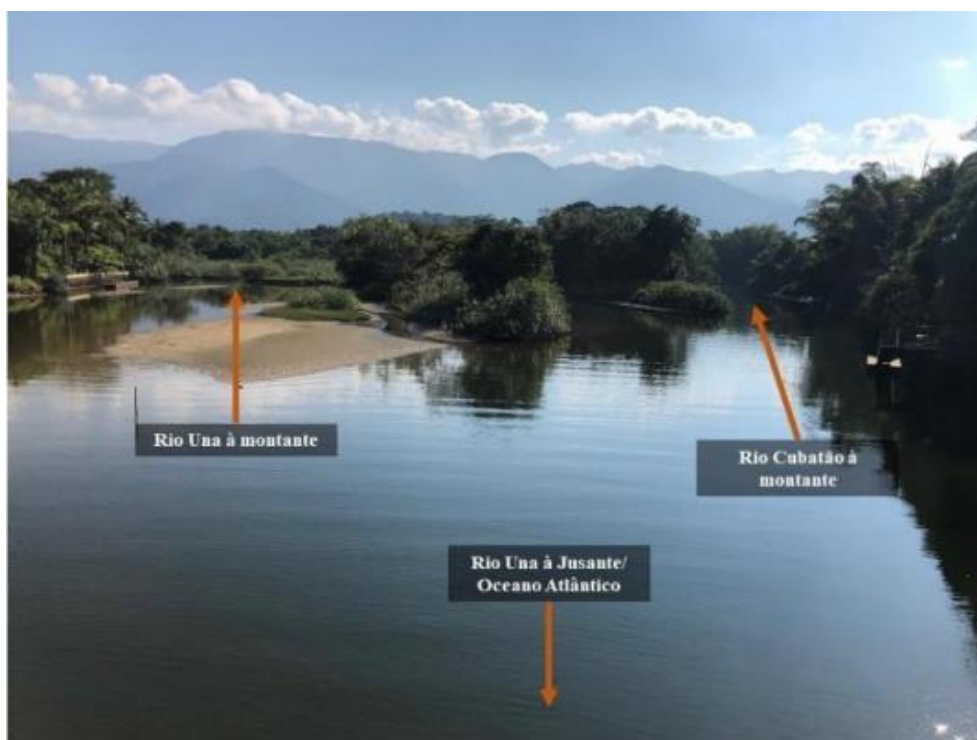
Corpo Hídrico	Ponto	IQA						
		Jan	Mar	Mai	Jul	Set	Nov	Média
Rio Una	RUNA02950	68	68	65	72	71	70	69

Fonte: CETESB

Como todos os valores apresentados estão na faixa de valores 52-79, tem-se que todas as medições apontam qualidade boa para o rio Una no ponto de amostragem.

Na Figura 10 é possível visualizar a partir da passarela que dá acesso ao outro lado do Rio na praia de Barra do Una, a junção dos rios Una e Cubatão.

Figura 10 - Vista sobre a ponte do Rio Una com destaque para a junção do Rio Una com o Rio Cubatão



Fonte: Autores

Salienta-se também que, em visitas à região, pode-se verificar no entorno da Rodovia SP-055 que cruza o Rio Cubatão, ou seja, à montante da localização onde se planeja instalar a adutora responsável por despejar o esgoto tratado, uma mata bastante preservada. A partir de uma avaliação meramente visual, observa-se também que o rio é relativamente raso, com pouco mais de 1,5 m de profundidade, e de qualidade muito boa, sendo possível inclusive observar a presença de muitos peixes. A Figura 11 retrata a vista do Rio Cubatão com a Serra do Mar ao fundo.

Figura 11 - Rio Cubatão visto de cima da ponte da Rodovia SP-055



Fonte: Autores

Já com relação à qualidade das praias da região, a CETESB apresenta, em seu Relatório de Qualidade das Praias Litorâneas no Estado de São Paulo de 2016, a análise da balneabilidade das praias. São, no total, 29 pontos de amostragem, sendo que as praias de Jureia, Engenho e Barra do Una possuem um ponto de amostragem cada uma. Para o total de análises feitas em cada ponto de amostragem, sabe-se percentualmente a qualificação de cada praia, o que pode ser constatado pela Tabela 4.

Tabela 4 - Qualificação da balneabilidade anual de cada praia da região estudada

<b>Praia - Local de Amostragem</b>	<b>Excelente (%)</b>	<b>Muito Boa (%)</b>	<b>Satisfatória (%)</b>	<b>Imprópria (%)</b>	<b>Qualificação Anual</b>
<b>Una</b>	67	21	8	4	Regular
<b>Engenho</b>	81	12	8	0	Boa
<b>Juréia do Norte</b>	100	0	0	0	ótima

Fonte: CETESB

Nota-se a melhor balneabilidade da praia de Jureia, seguida da praia do Engenho e deixando a praia da Barra do Una com a pior classificação dentre as três.

Além dos aspectos relacionados com a qualidade das águas da região, deve-se investigar outras características ambientais. Com relação à vegetação e segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico (2011), São Sebastião apresenta, em seus espigões e morros isolados, a formação de floresta ombrófila densa e, na baixada litorânea, a formação de restingas. Embora a maior parte da vegetação natural tenha sido devastada devido à forma que foi dada a ocupação do território desde a época colonial (PMSB, 2011), ainda existem grandes áreas preservadas por parques ou tombamentos, consideradas, inclusive, no Zoneamento Ecológico-Econômico da região. A região de estudo que contempla as praias de Jureia, Engenho e Barra do Una não se comportam de forma muito diferente, possuindo áreas de ocupações intercaladas por espigões com vegetação preservada. A Figura 12 mostra, em primeiro plano, a praia de barra do Una e, ao fundo, as praias do Engenho e da Jureia. Na Figura 12 também pode-se verificar a estrada que dá acesso às outras duas praias, bem como o contraste descrito pelo Plano Municipal de Saneamento, no qual existem áreas ocupadas e áreas preservadas, principalmente nos espigões que dividem as praias.

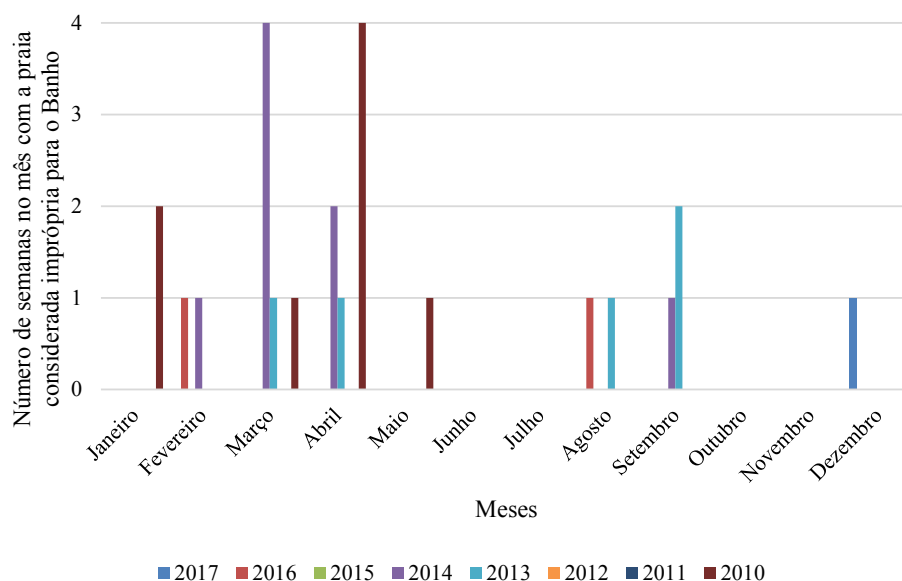
Figura 12 - Vista aérea registrada com um drone da região de estudo com ênfase para a presença das três praias e o contraste geográfico e da ocupação territorial



Fonte: Autores

Cabe apresentar também os Gráficos 1 e 2, confeccionados a partir de dados da Cetesb e do DAEE, respectivamente. O Gráfico 1 apresenta o número de semanas no mês em cada um dos últimos 7 anos nos quais a amostragem da Cetesb constatou uma condição de balneabilidade da praia de Barra do Una imprópria para o banho.

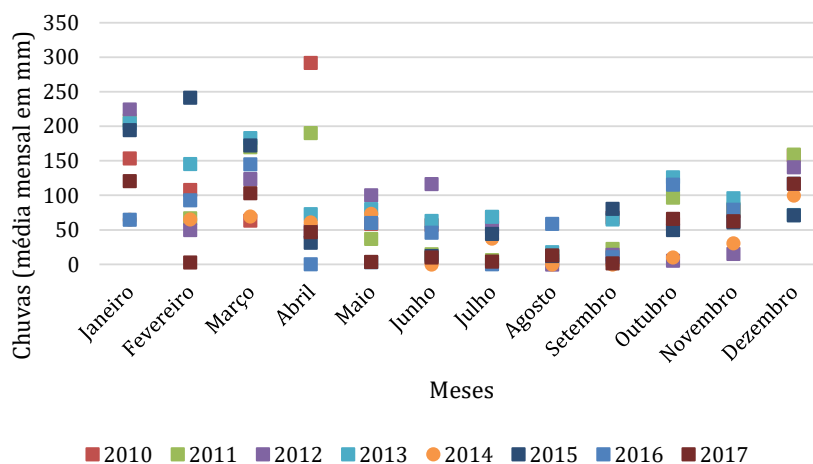
Gráfico 1 - Balneabilidade da praia de Barra do Una ao longo dos meses de 8 anos (CETESB)



Fonte: Autores

O gráfico 2, por sua vez, mostra os dados de pluviometria para o posto pluviométrico mais próximo da região de estudo com dados recentes encontrado. Esse posto fica após o centro de São Sebastião, em uma região na qual pode-se constatar um microclima semelhante ao da região de estudo.

Gráfico 2 - Pluviometria média mensal de uma estação em São Sebastião ao longo de 6 anos (DAEE)



Fonte: Autores

### **3.2. População**

#### **3.2.1. Dados atuais da população**

De acordo com informativo publicado em 2011 sobre o avanço das obras (Sabesp, 2011), o projeto inicialmente visava atender a uma população de 25.434 habitantes em alta temporada em sua primeira etapa e mais 7 mil habitantes em sua segunda etapa quando incluía-se a população da Jureia. De acordo com o Censo do IBGE realizado em 2010, a população de Barra do Una somada com o a do Engenho era de 1442 habitantes.

Observa-se certa complexidade de um levantamento da população da região de estudo, haja visto que os dados disponibilizados pelo IBGE no censo por setores, que faz a divisão populacional por setores e não por município, adota critérios distintos que não as praias para realizar a separação dos setores.

Ademais, em contatos com a SABU, discutiu-se que nem mesmo a prefeitura de São Sebastião possui dados precisos do número de moradores ou residências, mas que a prefeitura estava tentando realizar um processo de regularização fundiária que deveria trazer dados mais precisos e recentes. A Associação de Moradores de Barra do Una, no entanto, estimava entre 2500 e 3000 habitantes e que essa população chega a triplicar em alta temporada considerando os veranistas que tem casa na praia.

Pela questão da alta temporada ser um fator crítico quando se fala de dimensionamentos de ETEs em lugares de alta população flutuante, cabe definir que, de acordo com a SABU, a época mais crítica em termos de número de visitantes é entre dezembro e final do carnaval, quando se atinge uma população até três vezes maior que o número de habitantes. Nos feriados prolongados, ainda de acordo com a SABU, essa população chega a duplicar e, durante o mês de julho, a média do número de pessoas no local é um pouco inferior a duas vezes o número de habitantes. Considerando que o Engenho e a Jureia têm uma dinâmica semelhante, pode-se considerar que esses dados da flutuação populacional também são válidos para essas outras praias.

Dados da SABU também estimam entre 400 e 500 casas de moradores da praia de Barra do Una e em torno de 1000 casas de veraneio. Na praia do Engenho, por sua vez, fazendo uma contagem do número de casas por meio de recursos como imagens aéreas realizadas com um drone modelo Dji Mavic Pro e imagens de satélite, observaram-se aproximadamente 150 casas,

enquanto na Jureia utilizando-se dos mesmos recursos chegou-se em aproximadamente 110 casas devido, sobretudo, ao grande número de terrenos vagos.

Barra do Una, por sua vez, por conta da sua densidade demográfica maior, apresenta maior complexidade para utilização da mesma metodologia de contagem. Todavia, pode-se realizar a contagem do número de casas em um pequeno quarteirão e multiplicar pelo número aproximado desses quarteirões. Estimando em 14 casas por módulo e somando 70 desses pequenos trechos de rua, chega-se a aproximadamente 980. Se forem somadas com as 120 casas contadas no trecho da praia e não contabilizadas nessa estimativa, somamos 1100 casas. Isso, em conjunto com cerca de 30 casas da Vila do Posto e cerca de 70 casas da Vila dos Mineiros, totaliza 1200 casas no Bairro de Barra do Una e converge com os dados aproximados fornecidos pela SABU.

Cogitou-se também levantar o número de leitos de hotéis disponíveis, mas pelo baixo número de estabelecimentos bem como pelo baixo número de quartos em cada um dos 3 hotéis presentes na região, concluiu-se que o número de pessoas que os hotéis acomodam é pequena frente à população dos bairros estudados e, portanto a vazão de esgoto produzida pelos estabelecimentos não é relevante frente a vazão total de esgoto da região

Além disso, em visita à região, foi possível realizar uma breve visita à ETE Juquehy, responsável pelo tratamento do esgoto da praia vizinha à Barra do Una, que possui uma dinâmica de flutuação populacional muito semelhante à praia de Una, Engenho e Jureia (Figura 13). Em conversa com o operador da ETE Juquehy foi informado que a quantidade de esgoto tratado numa época de alta temporada podia ser até quatro vezes maior que numa época de baixa temporada, atestando a grande variabilidade sazonal. Além disso, cabe informar que a ETE adota um sistema de lodos ativados de aeração prolongada, atendia 3.246 pessoas em 2013, com uma carga afluente de DBO de 175,3 kg DBO/dia e uma carga lançada de 17,5 kg DBO/dia. O corpo receptor dessa ETE é o Rio Juqueí e possui uma vazão de referência de 33,1 L/s (Prefeitura de São Sebastião, 2017).

Figura 13 - Entrada da ETE Juquehy



Fonte: Autores

### 3.2.2. Projeções de crescimento da população

Similarmente à complexidade de obtenção de dados populacionais exatos para a região, há também dificuldade em se estabelecer parâmetros para estudo do crescimento populacional. Conversas com a SABU relataram que a praia de Barra do Una cresceu entre 10% a 15% desde os anos 2000. Observou-se, conforme já relatado, no entanto, uma mudança considerável do perfil dos moradores já que os moradores mais antigos e locais têm saído e dado origem a casas de veraneio. Da mesma maneira, pode-se observar na praia de Barra do Una uma restrição espacial grande para que continue a crescer, haja visto que tirando os terrenos que estão vagos, novos loteamentos são de difícil implantação, já que esbarrariam em questões ambientais. Anos atrás tentou-se viabilizar um novo empreendimento em Barra do Una em uma grande área preservada de mata. Esse empreendimento, no entanto, acabou não prosperando justamente por conta das restrições ambientais e pressões sociais impostas, mostrando-se difícil que um crescimento populacional expressivo nos próximos anos venha a ocorrer.

O cenário não é diferente no Engenho onde praticamente não se observam terrenos vagos e há uma faixa de ocupação (área entre o mar e a mata) mais restrita. Dos três bairros, o que mais destoa nessa questão em possibilidades de crescimento é a Jureia. Isso porque, a partir de uma análise visual da ocupação do bairro e de como o loteamento está distribuído, pode-se concluir que o número de casas pode multiplicar-se por 7, totalizando aproximadamente 800 casas e aproximando o tamanho do bairro ao de Barra do Una.

Com isso em vista, conforme já descrito, buscou-se, por meio de uma série de contatos realizados ao longo do semestre com a Sabesp, obter acesso às informações de projeto da ETE. Devido ao fato de o projeto ter sido produzido em 2004, ou seja, ser antigo, tem sido difícil obter o compartilhamento das informações junto à empresa. Basicamente, deseja-se obter os dados de crescimento populacional usados quando o projeto foi realizado e tem-se conseguido certa receptividade e abertura por parte da empresa, mas é possível que haja demora. Apesar disso, a Tabela 5 extraída do Plano Municipal de Saneamento revela a vazão projetada de esgoto para toda a região, o que não deixa de ser uma medida representativa do crescimento populacional que se gostaria de dispor.

Tabela 5 - Vazão de esgoto projetada dos principais sistemas de São Sebastião (L/s)

Município/Sistema	2010	2014	2018	2020	2025	2030	2035	2040
<b>SÃO SEBASTIÃO</b>	<b>200,0</b>	<b>310,6</b>	<b>430,6</b>	<b>481,1</b>	<b>527,5</b>	<b>561,9</b>	<b>591,1</b>	<b>615,2</b>
Boracéia	0,0	0,0	0,0	32,0	38,0	42,6	45,8	48,0
Barra do Una/Jureia	0,0	16,5	18,3	19,2	22,6	23,6	24,5	25,2
Juquey	49,7	56,2	69,8	72,6	78,5	82,5	85,5	87,7
Baleia/Sahy	0,0	5,0	16,6	17,5	19,3	21,1	22,8	24,4
Cambury	0,0	7,4	27,3	29,2	32,8	35,8	38,2	40,2
Boiçucanga	21,8	42,3	52,6	55,2	61,1	66,0	70,0	73,0
Maresias	0,0	0,0	35,8	37,7	42,0	46,0	49,5	52,6
Paúba	0,0	4,7	6,0	6,3	7,0	7,7	8,3	8,8
Toque Toque Grande	0,0	0,0	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1
Barequeçaba	17,8	18,7	19,8	20,4	21,8	22,8	23,4	23,7
Guaecá	0,0	5,3	10,4	10,6	11,2	11,6	11,8	12,0
Araça/Itatinga	105,3	113,5	121,7	125,7	133,8	138,1	142,2	146,0
Cigarras	3,4	3,9	4,1	4,2	4,5	4,7	5,0	5,3
Porto Novo	2,0	37,0	46,5	48,6	53,1	57,5	62,0	66,3

Fonte: Plano Municipal de Saneamento Básico de São Sebastião (2011)

### 3.3. Levantamento de dados topográficos

Apesar de diversos contatos com a Sabesp visando a obtenção do levantamento topográfico da região, não se obteve sucesso. O compartilhamento era possível, mas não havia dados da Juréia. Diante disso, optou-se por buscar alternativas para contornar o problema da ausência de dados topográficos. Levantou-se a opção de realizar efetivamente o levantamento topográfico, mas concluiu-se que esse levantamento seria pouco viável e bastante exaustivo. Com base nisso, a alternativa foi buscar formas de realizar esse levantamento com dados disponíveis livremente na internet, abrindo mão da precisão característica de um levantamento topográfico tradicional.

A metodologia utilizada foi baseada em dados topográficos do Google Earth, para constituir as curvas de nível. Para capturar esses dados constituiu-se um caminho, como destacado nas Figuras 14 e 15. Esse caminho, ilustrados nas Figuras 15 é constituído por diversos pontos onde, para cada um desses pontos, o Google Earth captura as coordenadas e altitude daquele ponto. O trajeto foi então exportado no formato .kml e então importado no programa TCX Converter. Esse programa é geralmente utilizado para rastrear o percurso de pessoas que praticam *mountain biking*, está representado na Figura 16, e busca resolver o problema da compatibilidade entre arquivos gerados por dispositivos GPS e entre softwares de mapeamento. Dessa forma o TCX Converter foi usado para atualizar altitude, converter o arquivo .kml e exportar como um arquivo .csv, mais adequado para manipulações manuais e passível de ser importado para o Autodesk Civil 3D.

Figura 14 - Vista da região antes de realizar o traçado que deu origem às curvas de nível



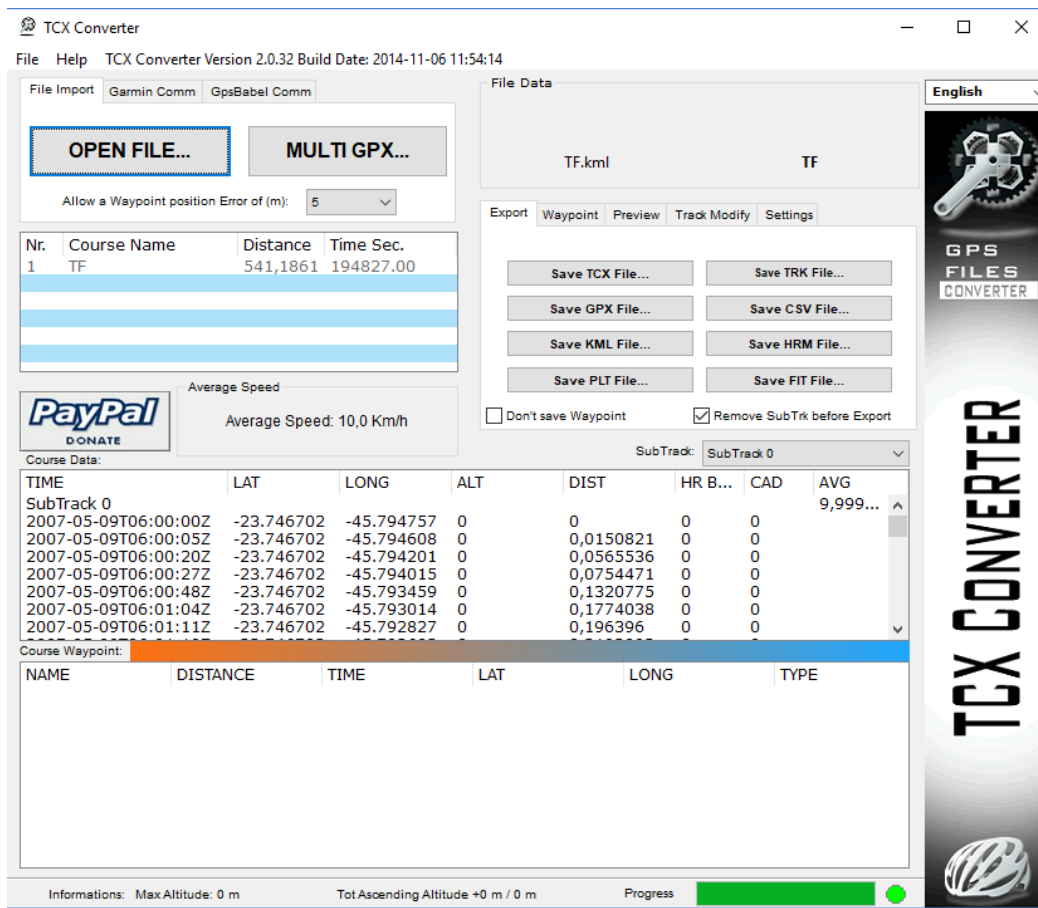
Fonte: Google Earth

Figura 15 - Vista da região com o traçado que deu origem às curvas de nível



Fonte: Google Earth

Figura 16 - Captura de tela do TCX Converter em funcionamento com os dados importados.



Fonte: Google Earth

Com o arquivo .csv em mãos, observou-se que ele contava com 11.322 linhas, cada uma delas equivalendo a um ponto do percurso. Para cada uma dessas linhas existiam 10 colunas, das quais 7 foram descartadas sobrando somente a latitude, a longitude e a altitude. Ocorre, no entanto, que o arquivo não está adequado para a importação no Autodesk Civil 3D por uma questão de sistemas de coordenadas já que é necessária a conversão de um sistema de latitude-longitude gerado pelo TCX Converter para a Universal Transversa de Mercator (UTM) capaz de ser trabalhada dentro do Autocad.

Para isso foi utilizado uma planilha construída pelo professor Steven Dutch, da Universidade de Wisconsin-Green Bay, e o resultado foi salvo novamente no formato .csv. Dessa forma o arquivo foi importado dentro do Autodesk Civil 3D e a superfície foi gerada dentro do programa. Nessa etapa do trabalho, cabe destacar que também foi gerado um arquivo

em CAD que descrevesse o caminhamento da região, com um enfoque maior nas praias da Juréia e nas Vilas do Posto e dos Mineiros. O caminhamento foi realizado a partir da sobreposição de imagens de satélite georreferenciadas, também obtidas por meio do Google Earth, sobre as quais as curvas de nível foram importadas. O resultado final do processo está disponível no Anexo V, sem as curvas, e no Anexo VI, com as curvas de nível.

### **3.4. Infraestrutura**

#### **3.4.1. Infraestrutura geral**

A infraestrutura da região é marcada pela sua simplicidade. Em termos rodoviários, o acesso à região se dá por meio da Rodovia Doutor Manoel Hipólito Rego (SP-055), importante rodovia conhecida popularmente como Rio-Santos que, depois de Ubatuba, passa a ser denominada BR-101 e vai acompanhando todo o litoral brasileiro. A praia do Engenho não possui acesso direto à rodovia, tendo que passar pela Jureia ou por Barra do Una para chegar no bairro. As ruas que ligam as praias são de terra e possuem pouco estado de conservação. As ruas dentro dos bairros, por sua vez, variam entre um calçamento com pisos intertravados de concreto nas ruas principais e terra nas ruas secundárias.

O transporte público se dá sobretudo ao longo da rodovia, mas existem linhas de ônibus que atendem à praia do Engenho e percorrem as ruas principais das três praias. Atualmente, todas as comodidades de uma cidade estão presentes em boa parte da região. Barra do Una conta com internet, televisão a cabo e telefone, apesar de se ter observado, durante visitas, casos de moradores vizinhos à ETE que não dispunham nem de luz elétrica, refletindo certa desigualdade no acesso a esse tipo de infraestrutura urbana. Engenho, por outro lado, por ser um bairro menor, tem uma oferta menor de serviços de internet, mas ao longo de todas as três praias observa-se cobertura de telefonia celular.

Ao longo das três praias também se observa rede de abastecimento de água com reservatório no topo da colina que divide Barra do Una da praia de Juquehy, o próximo bairro no sentido do centro de São Sebastião. Para isso, de acordo com o Plano Municipal de Saneamento (2011), o Sistema Juquehy/Una, tem sua captação com capacidade nominal de 50 L/s no Rio Juquehy. Essa água é conduzida por gravidade até a ETA Juquehy, tratada e armazenada em dois reservatórios, um na própria ETA e outro na colina mencionada. Em 2011, estava em fase de implantação a interligação desse sistema com o Sistema Cristina, que fazia

a captação de forma provisória no Rio Cubatão por meio de uma bomba submersível com capacidade para adução de 50 L/s. Estava em fase de licenciamento um projeto de captação que previa a retirada de até 320 L/s do mesmo Rio Cubatão. Além disso, era utilizada nesse mesmo sistema uma captação no Rio Una, sobretudo em períodos de férias e feriados. A água dessa captação era tratada em uma outra ETA, que estava sendo expandida e permitiria a desativação do Sistema de Juquehy. Cabe apontar que a captação complementar do Rio Una é submetida somente aos processos de cloração e fluoretação antes de seguir diretamente para o Reservatório.

Em Barra do Una também se verifica a presença de um posto de saúde com médicos presentes durante a semana e que fazem rodízios de especialidade, uma escola municipal que atende alunos até o ensino médio, e um pequeno posto de polícia que funciona somente durante a alta temporada. Esses serviços acabam sendo muito mais usados pelos próprios habitantes de Barra do Una e os poucos que realmente habitam o Engenho. Os habitantes da Jureia, por sua vez, acabam se dividindo entre ir até Barra do Una, ou ir até a longa praia de Boracéia, a próxima no sentido de Santos e já no município de Bertioga. Boracéia já possuía uma oferta de serviços e de infraestrutura pública tão grande quanto Barra do Una.

Esse cenário é bem distinto daquele que se observava décadas atrás. Tanto Einar Kok, quanto João Andrade de Souza Júnior, relatam em seus livros as longas viagens percorridas para se sair de São Paulo e chegar a região de estudo. Isso porque boa parte do caminho era percorrido pela praia, inclusive no trecho de Boracéia, já que não havia a Rodovia Manoel Hipólito Rego. Desse modo, as preocupações com as tábuas de maré que tornavam as chegadas viáveis, ou mesmo com as cheias dos rios, que também podiam ser empecilhos eram grandes. Também era grande a solidariedade entre os moradores, que confraternizavam no Iate Clube de Barra do Una e era para quem recorriam quando necessitavam desatolar seus veículos.

Um ponto crítico presente na infraestrutura de Barra do Una que remete a esses tempos longínquos, é a questão da ligação interna da praia com o outro lado do rio Una, onde o bairro continua e por onde é possível ter acesso à Juquehy. Isso porque sempre existiu ali uma ponte de madeira por meio da qual era possível cruzar o rio com carros, mas há dois anos, após fortes chuvas, troncos derrubaram a ponte e o que fez com que a prefeitura construísse uma passarela enquanto fazia as diligências necessárias para pôr em prática um plano de construção de uma ponte que não seja de madeira. Em fevereiro de 2018, no entanto, ainda sem a ponte de alvenaria, a passarela que existia foi novamente destruída e reconstruída 2 meses depois. Os

planos de construção da ponte de alvenaria permanecem, assim como a construção da ETE, parados. Cabe destacar que essa ponte é a única forma que não envolva acessar a rodovia para chegar à ETE a partir da Jureia, Engenho ou Una.

### **3.4.2. Infraestrutura de saneamento**

A partir de contatos com a SABU obteve-se o projeto que a Sabesp vem usando na tentativa de reliciar a finalização da construção da obra, sendo que essa situação será mais discutida no tópico responsável pela história da ETE adiante. Esse projeto permite aprofundar-se no que foi feito até então e no que foi planejado para o restante do empreendimento. Inicialmente, no entanto, cabe realizar um diagnóstico da situação sanitária da região. Conforme foi dito em diversos trechos do trabalho, de acordo com conversas com a SABU, acredita-se que a imensa maioria das residências possuam fossa, apesar disso há suspeita, que algumas residências despejam seu esgoto na proximidade do córrego Piranga bem como há situações semelhantes nas vilas do Posto e dos Mineiros. Pela forma como a urbanização ocorreu tanto no Bairro do Engenho quanto na Jureia, supõe-se que o quadro seja melhor que em Barra do Una.

Ademais pode-se inferir também a questão da solo bastante arenoso presente em toda região e a relação desse solo com as fossas sépticas presentes. De acordo com um parecer geotécnico constante no projeto, observa-se na região a presença de areias marinhas e nível d'água elevado do lençol freático. Apenas para provar isso a sondagem realizada a 380 m do mar, em um ponto com cota de 3,4 m, encontrou o lençol freático a apenas 0,5 m de profundidade. Tal situação traz implicações como uma eventual contaminação do lençol freático e, conseqüentemente, dos corpos hídricos da região por conta desse elevado nível do lençol freático. Essa situação também traz implicações para o projeto já que dificulta a acomodação das estruturas da rede, na definição da taxa de infiltração de projeto e na escavação para as elevatórias, como será mais discutido adiante.

Sobre a rede coletora, cabe fazer uma descrição do que foi implantado tanto em Barra do Una, quanto no Engenho. Basicamente a região da Barra do Una conta com a rede coletora com 157 poços de visita na planta, cerca de 11,1 km de extensão, perto de 150 poços de inspeção e 3 estações elevatórias. Nesse projeto cabe destacar a presença de 3 estações elevatórias em Barra do Una e uma estação elevatória na praia do Engenho. Essas elevatórias

serão descritas mais adiante, mas cabe destacar uma opção de projeto interessante na travessia do Rio Una, onde optou-se por levar o esgoto coletado nos empreendimentos situados na margem esquerda do rio para uma área mais central de Barra do Una e de lá, todo o esgoto coletado cruza novamente o Rio antes de chegar na ETE. Para essa travessia subaquática adotou-se um método de construção não destrutivo e venceu-se um corpo d'água de 89 metros de largura. Ademais, cabe apontar que todo esse emissário se deu por recalque e houve a adoção de tubulações com 400 mm de diâmetro no trecho que vai até a ETE e com 100 mm de diâmetro no trecho que vai até próximo a elevatória principal de Una, antes de ser levado por gravidade à própria elevatória e ser novamente bombeado para a ETE. Essa situação está bem representada tanto na Figura 17, que destaca uma placa da localização onde acontece a travessia dessas adutoras, quanto na Figura 18, que apresenta um esquema do funcionamento da rede coletora e no Anexo III, a planta do caminhamento da rede coletora.

Figura 17 - Área de travessia das adutoras subaquáticas com destaque para a placa da Sabesp. Ao fundo a passarela de pedestres reconstruída recentemente.



Fonte: Autores



Figura 19 - Vista aérea registrada com um drone da área por onde passará o emissário com destaque para a ETE e para o Rio Cubatão.



Fonte: Autores

A Jureia não possui rede coletora, sendo que a falta de rios, córregos e a qualidade aparente da qualidade da lagoa presente levam a crer que a maioria da população utiliza fossas sépticas. No trecho em que a rede coletora está presente, nas praias de Una e Engenho, cabe apontar que a rede está pronta há muitos anos e supõe-se que, nesse período, não foi feita a manutenção adequada, razão pela qual a rede estaria assoreada e seu estado de manutenção precisaria ser avaliado antes de ser posta em funcionamento. Em caso de necessidade de desassoreamento, deve-se seguir a Norma Técnica NTS 170 da Sabesp conforme a Tabela 7 que revela a produtividade referencial para o desassoreamento de cada tipo de singularidade e os equipamentos que podem ser usados.

Tabela 6 - Produtividade referencial para o desassoreamento de condutos com diversas seções e situações de assoreamento. Equipamentos usados para o desassoreamento.

Serviços	Seção (mm) (3) (4)	Produtividade Referencial ( m / jornada de trabalho )			Equipamentos	Normas Técnicas ( NTS )
		Altura média percentual de assoreamento do diâmetro do conduto				
		20%	50%	100%		
Desassoreamento de condutos e respectivas singularidades	150	440	220	120	- Hidrojateamento de alta pressão	207
	200	290	160	95	- Sucção a vácuo	(2)
	300	230	120	65	- Aspiração por turbina	(2)
	400	190	90	50	- Combinado com filtragem e reaproveitamento do líquido	(2)
	500	160	80	40	- Combinado	(2)
	600	140	70	35	- "Power Bucket-Machine"	206
	700	130	60	30		
	800	110	50	25		
	900	100	45	24		
	1000	90	40	20		
	1200	80	35	18		
	1300	75	30	16		
	1500	70	28	14		
	1800	60	24	12		
	2000	50	20	11		
	2500	40	17	9		
	3000 ou >	35	15	7		

**OBS: (1)** Com altura média de assoreamento de até 10% do diâmetro hidráulico do conduto.

**(2)** Operação deverá ser realizada em conformidade com o respectivo manual do fabricante.

**(3)** Para seções nominais não constantes na tabela adotar valor da seção imediatamente superior.

**(4)** Caso o conduto não tenha seção circular adota-se o diâmetro hidráulico ( Dh ) em substituição ao DN.

Fonte: SABESP, **Norma Técnica: NTS 170** (2005)

Outra questão que deve ser avaliada no que diz respeito à rede coletora, é a questão da taxa de contribuição de infiltração. Isso porque a Norma Técnica 25 (SABESP, 2006) estabelece que a taxa de infiltração para redes preponderantemente acima do lençol freático é de 0,1 L/s.km enquanto para redes preponderantemente abaixo do lençol freático o que parece ser o caso de estudo o valor da taxa de infiltração de projeto deve ser de 0,5 l/s.km. Por outro lado, a NBR 9649 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986), que fixa as condições exigíveis na elaboração de um projeto de rede coletora aceita uma taxa de infiltração entre 0,05 a 1,0 L/s.km e estabelece que o valor adotado deve ser justificado.

A partir de uma visão mais ampla do projeto, cabe apontar que a Sabesp previa a implementação do projeto em duas etapas. A primeira constituiria de toda a infraestrutura necessária para a coleta e o tratamento de esgotos das comunidades da Barra do Una e do Engenho, como a rede coletora, as estações elevatórias, interligações e a ETE propriamente dita. Com relação a esta primeira etapa, a maior parte desses componentes já foram construídos, porém ainda não estão funcionando. Já a segunda etapa se constituiria de toda a infraestrutura necessária para a coleta e o tratamento de esgotos das comunidades da Jureia, incluindo rede coletora e estações elevatórias, sendo que nenhum desses componentes começaram a ser construídos. Sendo assim, cabe destacar que, de acordo com o memorial descritivo do projeto, a ETE Una foi projetada para atender uma vazão máxima horária prevista de 73 L/s, para a primeira etapa e 132 L/s para a segunda etapa.

Em memorial descritivo do projeto inconcluso, os detalhes técnicos das obras da primeira etapa do projeto foram preconizados. Para a estação de tratamento de esgotos parcialmente concluída, os principais componentes do projeto são os seguintes: pré-tratamento constituído por calha Parshall, três peneiras estáticas e dois desarenadores com acionamento elétrico; quatro tanques de aeração com dimensões de 17,80 m x 17,80 m x 4,60 m, sendo que cada tanque possui quatro aeradores submersíveis previstos de 15 HP; tanque de contato com dimensões de 15,50 m x 4,00 m x 2,50 m; prédio de desidratação, contendo adensador mecânico e decanter centrífugo; casa de cloração com sistema de neutralização de gás cloro; prédio de operação; estação elevatória de retorno; portaria; subestação; e, por fim, casa de gerador. A estrutura civil de todos esses componentes citados está concluída, estando faltante, na maioria dos casos, fechamentos, acabamentos e pintura geral, incluindo o tratamento das estruturas de concreto. Além disso, as instalações elétricas da ETE precisam ser executadas, assim como os serviços de montagem de equipamentos, testes e automação. São faltantes também componentes da obra externos à ETE como, por exemplo, a execução das tubulações externas, a implementação de guias e sarjetas e a pavimentação local.

O sistema de funcionamento da ETE, por sua vez, é baseado em lodos ativados com aeração prolongada em batelada. Lodos ativados são sistemas biológicos amplamente utilizados para o tratamento de despejos domésticos e industriais, por conta, sobretudo da qualidade do efluente e da baixa necessidade por área. No entanto, o sistema de lodo ativado possui um índice de mecanização superior ao de outros sistemas de tratamento, implicando em uma operação mais sofisticada e em maiores consumos de energia elétrica (VON SPERLING, 2002, apud BUENO, 2016). Em ETEs que adotam o modelo de lodos ativados convencional,

o sistema é constituído por reator e decantadores primário e secundário. O decantador primário permite que a matéria orgânica em suspensão seja retirada antes do tanque de aeração, gerando uma economia no consumo de energia (VON SPERLING, 2002). A matéria orgânica, por sua vez, é em parte convertida em biomassa bacteriana que recebe o nome, após o tratamento, de lodo, e é em parte mineralizada a  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  (BUENO, 2016).

A ETE Una utiliza um tipo específico de lodos ativados no qual se adota um modelo em batelada ou de fluxo intermitente e aeração prolongada. Nesse tipo de sistema há apenas uma unidade e as etapas de reação e sedimentação ocorrem dentro do mesmo reator. Estas passam a ser sequências no tempo e não mais unidades distintas. A biomassa permanece no tanque, não havendo necessidade de sistema de recirculação de lodo. Além disso, a modalidade de aeração prolongada promove a digestão do lodo no próprio tanque de aeração, não sendo necessária digestão do lodo em unidades adicionais na linha de lodo. Um sistema de lodos ativados com fluxo intermitente possui ciclos bem definidos de operação como enchimento, reação, sedimentação, esvaziamento e repouso. Nesse tipo de sistema há necessidade de ter mais de um tanque de aeração trabalhando em paralelo, já que um tanque em fase de trabalho não pode estar recebendo esgotos e, para isso, deve haver um outro tanque que esteja no ciclo de enchimento (VON SPERLING, 1997).

Ainda com relação à primeira etapa do projeto, além da ETE, outras obras civis relacionadas com a coleta de esgotos mostram-se inconclusas ou inexistentes, fazendo-se necessário a realização de muitas obras, das quais, destacam-se: a interligação do coletor tronco Engenho com a estação elevatória de esgotos, execução de duas estações elevatórias (EEE 01Una e EEE 02Una), complementação de duas estações elevatórias (EEE 03Una e EEE Engenho), complementação de quatro linhas de recalque (EEE 01Una, EEE 02Una, EEE 03Una e EEE Engenho) e, por fim, a interligação entre redes coletoras, com as respectivas estações elevatórias. Os locais destinados a essas obras civis encontram-se abandonados, com grandes sinais de falta de zeladoria.

Para se ter maior consciência da localização da ETE em relação aos rios da região e ao bairro de Barra do Una apresentam-se as Figuras 20 e 21.

Figura 20 – Vista aérea registrada com um drone imediatamente acima da ETE Una



Fonte: Autores

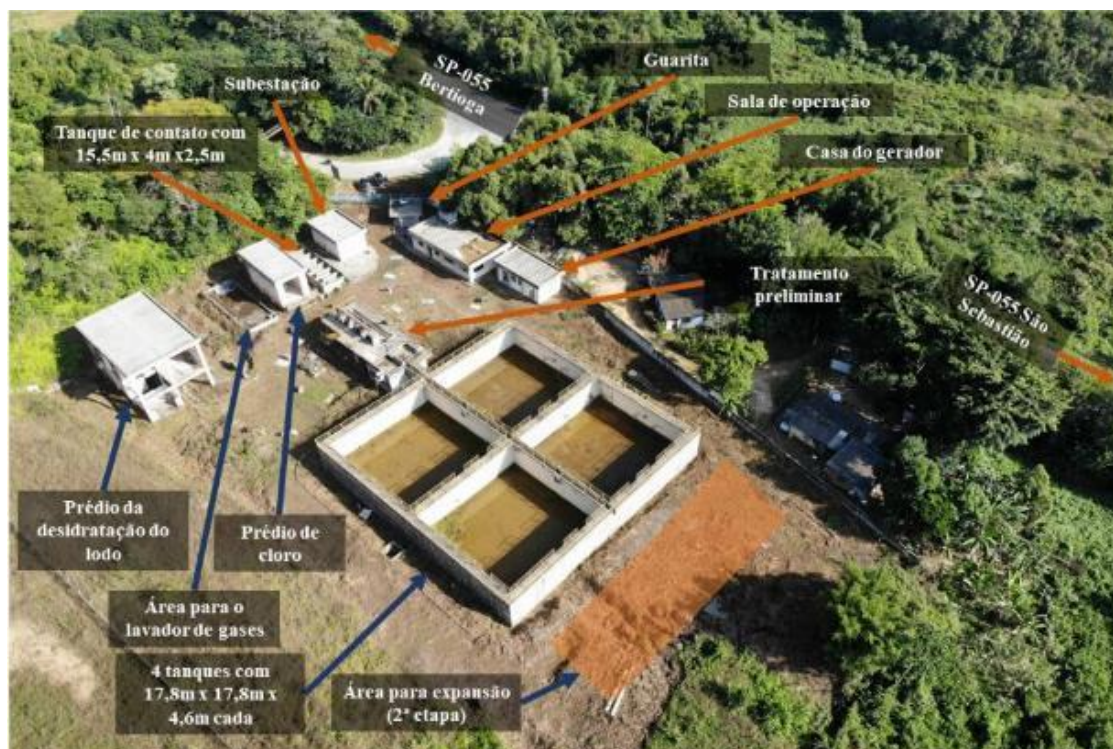
Figura 21 – Vista aérea registrada com um drone da ETE Una e do bairro



Fonte: Autores

Em visita ao local, registrou-se uma série de imagens das obras inconclusas. A Figura 22 destaca os principais equipamentos da ETE e localizar a ETE em relação à Rodovia Manoel Hipólito Rego.

Figura 22 - Vista aérea registrada com um drone da ETE Una com destaque para os principais equipamentos



Fonte: Autores

As Figuras 23, 24, 25 e 26, por sua vez, mostram com maior proximidade a situação das principais estruturas da ETE. Entre as estruturas destacadas estão a guarita, o prédio de operação, os tanques da ETE que apresentam crescimento de vegetação, o prédio de desidratação do lodo, a área do tratamento preliminar, o prédio da subestação, o prédio de cloro e o tanque de contato. Na Figura 26 também está destacada uma placa que, segundo relatos de moradores do entorno, era usada como alvo por invasores que usavam a ETE como “stand de tiro”.

Figura 23 - Vista geral da ETE. Destaque para a guarita e o prédio de operação



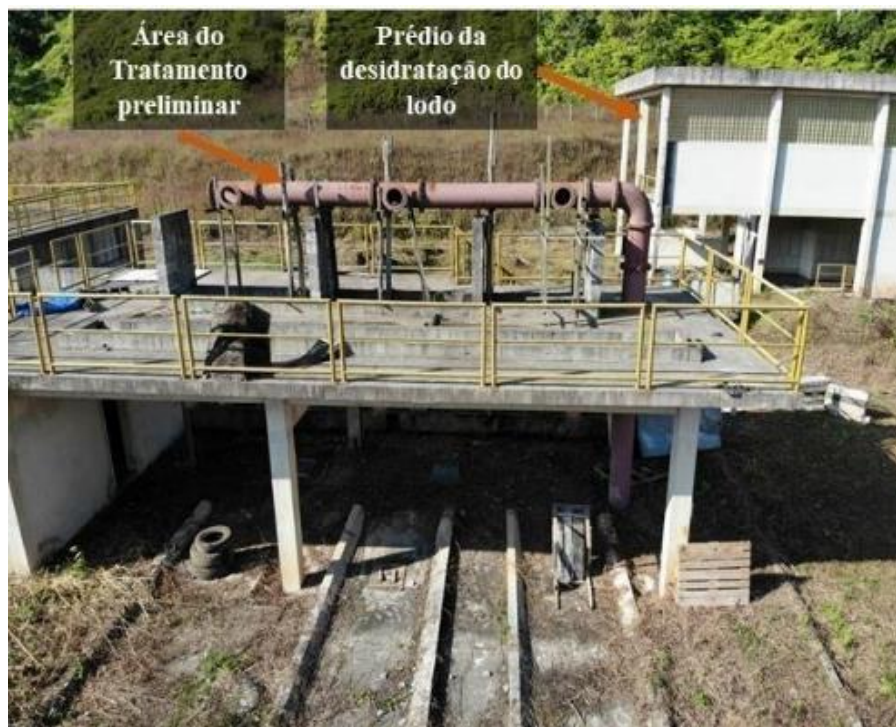
Fonte: Autores

Figura 24 - Tanques da ETE Una com vegetação crescendo



Fonte: Autores

Figura 25 - Destaque para a área de tratamento preliminar e o prédio da desidratação do lodo



Fonte: Autores

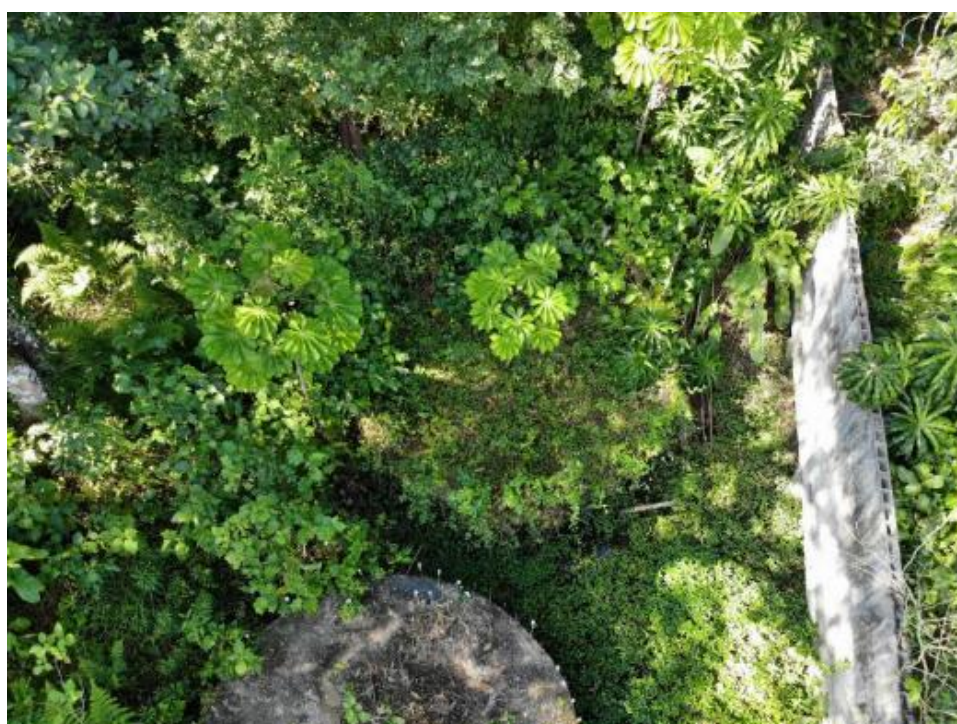
Figura 26 - Destaque para o tanque de contato, o prédio de cloro e a subestação da ETE Una



Fonte: Autores

Ainda mais marcantes são as situações das estações elevatórias. Todas se apresentam em estado de abandono com o crescimento de vegetação indesejada, inclusive sobre as estruturas já construídas. A título de exemplo, pode-se ver na Figura 27, a estação elevatória do Engenho, com um avanço um pouco maior das obras físicas, mas com uma completa ausência de zeladoria.

Figura 27 - Vista aérea da Estação Elevatória do Engenho. Muita vegetação, inclusive com um mamoeiro crescendo em meio ao concreto



Fonte: Autores

Na Figura 28, por sua vez, pode-se visualizar a localização de uma das estações elevatórias da Barra do Una, a EEE SB-U1, sem nenhum avanço das obras. Essa elevatória fica localizada em um terreno de esquina, entre a rua Itajubá e Valinhos, e é bastante crítica para o empreendimento pois prevê-se no projeto um poço principal com profundidade escavada de 9,5m. Tal circunstância, em conjunto com um solo arenoso e um elevado nível d'água levam à necessidade de soluções mais complexas de engenharias como técnicas de *Jet Grouting*.

Figura 28 - Vista do terreno da Estação Elevatória de Barra do Una SB-U1



Fonte: Autores

### **3.5. Situação da ETE**

#### **3.5.1. Histórico da ETE**

Em 2008 a Sabesp possuía um projeto que visava ampliar, segundo o relatório de sustentabilidade de 2014, de 36% para 85% (Sabesp, 2014) a coleta de esgoto do Sistema de Esgotamento Sanitário Una/Engenho por meio da construção, entre outras, da Estação de Tratamento de Esgotos das Praias de Barra do Una, de 4 estações elevatórias, suas respectivas Linhas de Recalque, da ampliação da rede coletora local e da construção de Emissário Final nos bairros praia do Una e praia do Engenho. A licitação que deu origem às obras foi publicada em 15/08/2009. O certame nº 35227/09 foi questionado pelos concorrentes, mas, no fim, a Sabesp concedeu a obra para a Construtora Augusto Velloso, que, vencendo 5 licitantes, havia feito uma proposta para realizar as obras por R\$14.164.793,35. Essa obra deveria ter sido entregue em agosto de 2012 (decorridos um prazo de 900 dias), mas a construtora enfrentou uma série de dificuldades financeiras e acabou por rescindir o contrato amigavelmente com a Sabesp. Assim, até hoje as obras da ETE se encontram paradas. A SABU, em correspondências

à Sabesp, disponíveis no Anexo IV, relata o histórico da obra, conhecido pela comunidade, e um pouco da insatisfação dos habitantes da região.

Fazendo uma consulta às licitações relacionadas ao saneamento da região, obteve-se, além da concorrência nº35.227/09 já mencionada, o certame nº11.398/12 e a concorrência de nº34.987/15 e, ainda a nº15.069/17. A primeira é datada de 2009, tendo o contrato sido assinado no fim do ano e foi conquistada pela Construtora Augusto Velloso, como já descrito anteriormente. A segunda, por sua vez, foi publicada em 18/04/2012 e assinada em 26/09/2012 entre a Sabesp e a Construtora Engetami. Essa construtora tinha a responsabilidade de executar a rede coletora, apresentou uma proposta de R\$ 5.694.482,66 e tinha um prazo de 540 dias para a realização das obras. Nesse certame, participaram 14 licitantes e essa segunda licitação pode ser considerada bem-sucedida, já que as obras foram efetivamente concluídas.

A partir disso, com a rescisão do contrato com a Augusto Velloso, a Sabesp passou a tentar buscar alternativas e, para isso, publicou uma nova licitação (nº34987/15) no início de 2016, na qual apenas uma construtora das que apresentou proposta, foi habilitada, o que resultou em falta de concorrência e fez com que a Sabesp optasse pelo cancelamento do certame em 21/06/2016. Cabe informar que a construtora era a Perfil Engenharia e afirmava que terminaria as obras por cerca de cinco milhões de reais. Em uma nova tentativa, agora por meio do edital publicado em 21/10/2017, que originou a concorrência nº15.069/17, a concessionária não conseguiu dar continuidade às obras, já que a licitação foi novamente cancelada por falta de competitividade e, desde 2014, as obras encontram-se paradas. Essas duas últimas licitações possuem documentos muito semelhantes, sendo esses documentos e projetos que foram utilizados para a realização desse trabalho.

Em relação ao ano de 2018, a SABU, na carta que escreveu dirigida à presidência da Sabesp e apresentada no Anexo IV, estima que o prejuízo financeiro para manter as obras paradas é em torno de R\$ 1.500.000,00 ao ano e apontam os verões de 2018 e 2019 como períodos de grande impacto ambiental e banhar por conta da não operação da ETE. Ainda segundo as cartas, o orçamento necessário para a conclusão do projeto é de R\$ 10 milhões e se encontra disponível no orçamento da Sabesp. O memorial descritivo encontrado nos documentos do projeto da Sabesp indica que ETE Barra do Una já possui estrutura civil construída restando fechamentos, acabamentos e pintura geral, incluindo o tratamento das estruturas de concreto. É necessário executar as tubulações externas e a urbanização (guias, sarjetas, drenagem e pavimentação). As instalações elétricas também precisam ser executadas,

bem como os serviços de montagem de equipamentos, testes e automação. Também houve conversa com um residente local, vizinho da ETE, que afirmou que houve furto de peças metálicas durante o tempo em que a obra esteve inativa. Ressalta-se ainda que, para a montagem eletromecânica, há equipamentos a serem disponibilizados pela Sabesp e outros pela empresa contratada e que o ex-prefeito de São Sebastião, Ernane Primazzi, de acordo com notícia publicada na Folha de S. Paulo em 2015, foi avisado da suspensão do plano de saneamento da Sabesp e que a mesma pararia de investir na região após a queda em sua receita durante a crise hídrica em 2016.

### **3.5.2. Demandas da comunidade**

De uma forma geral, em visita ao local, constatou-se, por parte da população, razoável preocupação ambiental, o que pode ser explicado pelas características ecológicas e turísticas da região. Exemplo dessa preocupação foi o caso relatado anteriormente com relação ao lago de Jureia. Há também outras ações realizadas pela população e pelas associações existentes que mostram preocupação ambiental, principalmente aquelas relacionadas com a qualidade das praias e sua balneabilidade. Porém, com relação às obras abandonadas e a consequente falta de infraestrutura de saneamento, a preocupação ambiental da população não se mostra tão acentuada.

As obras não concluídas causam desconfiança na população local. Os prejuízos gerados pelo abandono das construções são evidentes tanto no âmbito financeiro como no âmbito ambiental. Entretanto, em conversas com a comunidade local, constatou-se maior preocupação com os aspectos relacionados à falta de zeladoria dos locais da obra, uma vez que a situação resulta em problemas como a proliferação de vetores e a invasão do local para usos muitas vezes desconhecidos. Relatos dão conta, como já mencionado e apresentado na Figura 26, de que a ETE foi usada inclusive como “stand de tiro”, onde invasores usavam as placas como alvos para a prática. Também se relatou a dificuldade que a Sabesp encontra em controlar visitantes indesejados dentro da ETE, já que são frequentes os relatos de arrombamento e a necessidade de substituir o cadeado. Ficou evidente, assim, um grau de preocupação menor com os ônus ambientais e financeiros da inconclusão do empreendimento, fenômeno que ocorre muitas vezes devido à falta de informação.

Isto posto, nota-se que não é apenas a ausência do projeto que acarreta problemas para a comunidade local. A falta de zeladoria dos locais designados para as construções gera

insatisfações de moradores, em especial, aqueles que moram nas vizinhanças imediatas dos terrenos da Sabesp, ratificando a necessidade de se resolver a situação atual de saneamento da região.

#### **4. Análise dos dados**

O levantamento de dados, realizado a partir de pesquisa bibliográfica e visita ao local, não é, por si só, conclusiva. Para fins de projeto, é necessária que haja análise dos dados levantados, de forma tal que, a partir deles, sejam extraídas informações importantes para a avaliação do sistema de esgotamento sanitário das regiões às praias de Barra do Una, Engenho e Jureia. Embora todo o levantamento de dados seja importante para garantir a completude de informações, em termos práticos, alguns dados apresentam relevância maior para análise como, por exemplo, os dados relacionados às projeções populacionais e às características do terreno.

Primeiramente, deve-se analisar a viabilidade atual do projeto de esgotamento sanitário inacabado, uma vez que atualmente a capacidade de tratamento do projeto pode se apresentar obsoleta, devido ao crescimento populacional. Para que isso seja feito, deve ser analisada a projeção populacional, relacionando com as vazões de esgoto a serem produzidas. Além disso, outro fator que pode tornar a capacidade da ETE prevista deficitária é a possível inclusão das comunidades da Vila do Posto e Vila dos Mineiros. Dada essa possibilidade, deve-se estimar a contribuição de esgoto produzido por essas populações.

Além disso, deve-se ressaltar que o sistema de esgotamento sanitário não é composto somente da ETE, devendo-se também analisar a capacidade das estações elevatórias, interligações e linhas de recalque, pois suas dimensões também estão sujeitas às vazões de projetos admitidas.

Já para o eventual reprojeto do SES da região, será necessária uma análise elaborada dos dados. Essa análise inclui estudos topográficos, análise das características do solo e as consequentes vazões de infiltração.

##### **4.1. Análise dos dados topográficos**

Com relação à topografia local, o levantamento de dados permite concluir que as áreas destinadas para a implementação de rede coletora estudadas apresentam terreno plano. De fato, a exemplo de Barra do Una, pelo Anexo III, pode-se notar a pequena diferença de cotas entre poços de visita distintos, o que advém da baixa declividade do terreno, resultando em sua característica plana. Alguns pontos sobre a rede coletora de Barra do Una são interessantes de serem enfatizados:

1. Pelos valores das cotas apresentados para os pontos onde se localizam os órgãos acessórios da rede coletora, pode-se observar que o terreno, de forma geral, não é

caracterizado por mudanças abruptas de declividade, isto é, pontos próximos apresentam cotas semelhantes.

2. O terreno, em quase sua totalidade, não apresenta ondulações, isto é, quando se traça o perfil topográfico entre dois pontos da região, é quase certo que será observado um gráfico crescente ou decrescente. No caso, a cota do terreno tende a aumentar à medida que há o afastamento das margens em relação ao Rio Una ou o afastamento em relação ao mar. A única exceção a este fato é a cota do ponto onde se localiza o PI-48, apresentando cota de 0,74 m enquanto que os poços de visita vizinhos apresentam cota superior a 1,2 m. Dessa forma, o ponto onde se localiza o PI-48, devido a essa sua característica única, pode ser tratado como exceção.
3. A segunda menor cota apresentada tem valor de 1,26 m e é referente ao poço de inspeção 126 (PI-126), enquanto que o valor máximo apresentado para as cotas tem valor de 5,00 m, referente ao PI-1. A distância entre o PI-1 e o PI-126 é de 318m, o que resulta em uma declividade média entre os dois pontos de 0,012 m/m. A distância de 318 m para os dois pontos é pequena quando comparada às dimensões da região e conclui-se com isso que este valor de declividade se apresenta como um possível majorante às declividades do terreno em geral, porém não é representativo.
4. Uma medida mais representativa para os valores das declividades da região pode ser obtida a partir dos pontos onde se localizam o PI-1 e o PI-126, devido à grande distância que os dividem. Tais pontos se localizam em extremos opostos do mapa. Enquanto o PI-1 apresenta cota do terreno 5,00 m, o PI-126 apresenta cota de 1,53, uma das menores cotas da região. A distância entre esses dois pontos é de 1046 m e, portanto, a declividade média entre os pontos é de 0,0033 m/m, o que ratifica o caráter plano do terreno.

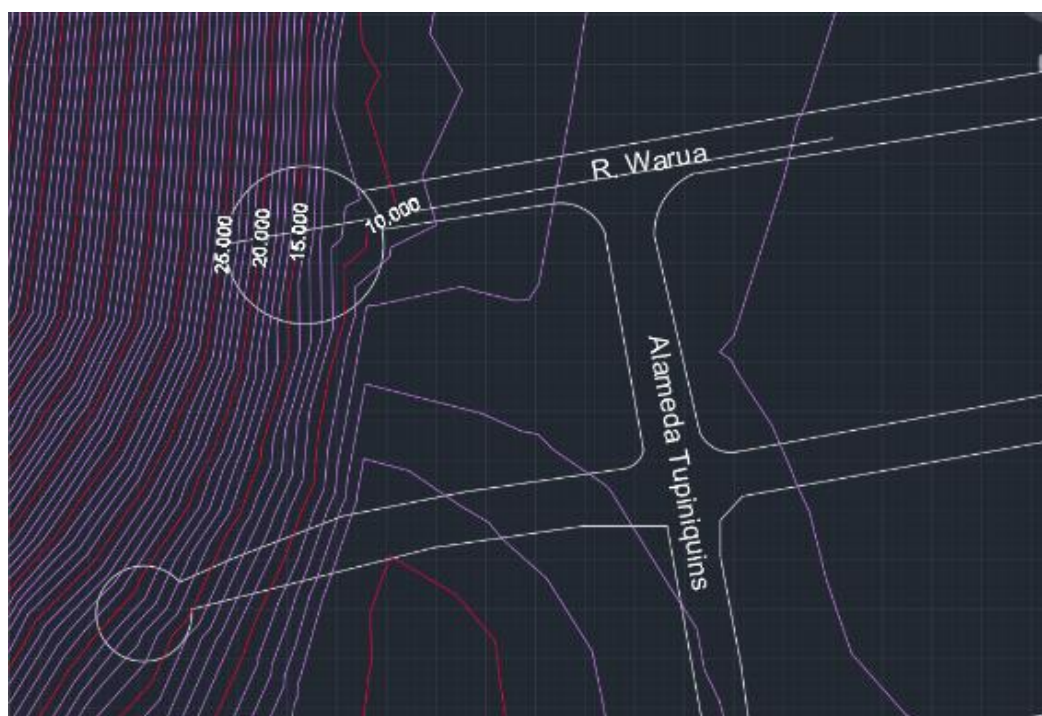
Além disso, a partir de visita ao local, análise de imagens e consulta ao PMSB (2011), pode-se notar que tais características de terreno também se apresentam nas regiões de Jureia e Engenho. É claro que, em termos de projeto de rede coletora, os dados topográficos devem ser mais precisos, entretanto evidenciar a característica plana das regiões de Barra do Una, Engenho e Jureia são de grande valia e utilidade.

No mesmo sentido, a partir da análise das plantas geradas e das curvas de nível construídas por intermédio do Google Earth, é possível se confirmar o caráter plano do terreno. Uma menção deve ser feita, todavia, aos trechos próximos às colinas que separaram as praias, onde o caráter mais íngreme dos terrenos aparece.

Se por um lado a alternativa de buscar os dados de elevação no Google Earth se mostrou viável do ponto de vista técnico, é bastante importante destacar que ela serve apenas para fins acadêmicos, já que é notável sua baixa precisão sobretudo no que concerne os dados de altitude. É possível, por exemplo, comparar as cotas do terreno obtidas por meio do Google Earth com as informações das cotas disponíveis na planta do caminhamento da rede de esgoto da Sabesp disponível no Anexo III, observando-se disparidades importantes. Essas diferenças são ainda mais acentuadas em trechos do terreno próximos às colinas, onde os dados obtidos pelo Google Earth apresentam uma inclinação superiores ao que é observado em campo. Cabe destacar, no entanto, que ao importar as plantas do caminhamento da Sabesp para as plantas geradas pelo grupo, as variações no traçado das vias de trânsito se mostraram pequenas, isso é, inferiores a 8 m, enquanto as variações na altitude foram superiores a 10 metros.

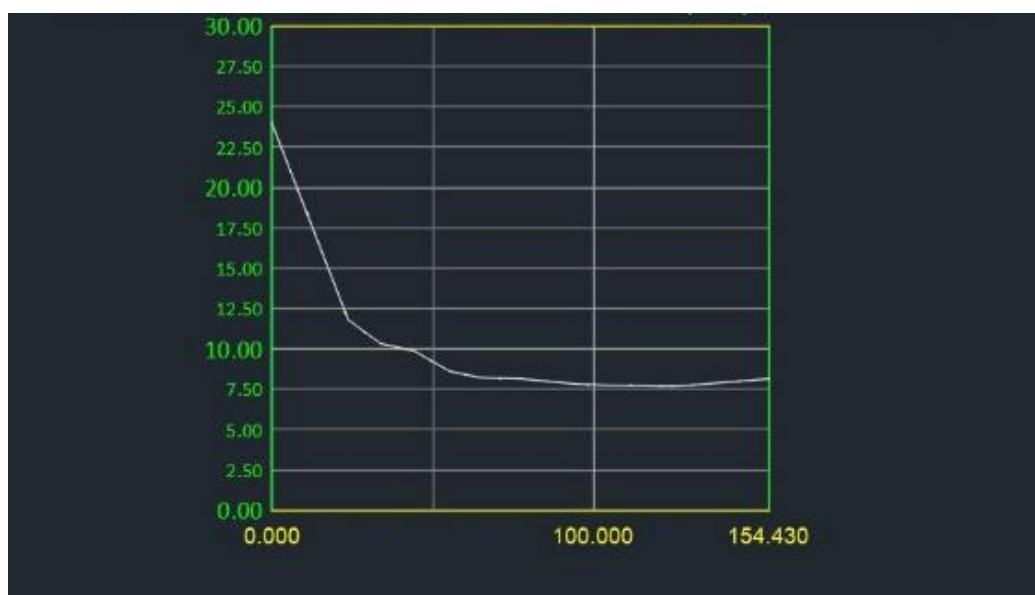
Um exemplo que suporta essas discrepâncias está descrito nas Figuras 29, 30 e 31. Se por um lado as curvas de nível mostram uma elevada declividade com um aclave que supera 17 m., isso não é confirmado por uma mera visita de campo. Dessa forma, pode-se atestar que a metodologia adotada possui problemas sobretudo nesses trechos próximos às colinas, razão pela qual, deve-se analisar a profundidade da rede coletora projetada de maneira crítica por conta desses desafios apresentados.

Figura 29 - Registro de parte da planta na Jureia onde está evidenciado a elevada inclinação do terreno no meio da rotatória.



Fonte: Autores

Figura 30 - Vista de perfil da Rua Warua entre a Alameda Tupiniquins e o fim da rua



Fonte: Autores

Figura 31 - Registro da Rua Warua olhando a partir do cruzamento com a Alameda Tupiniquins para a rotatória revelando incompatibilidade com as curvas de nível obtidas.



Fonte: Autores

#### **4.2. Localização da ETE**

Dada a análise da topografia das três regiões citadas, deve-se também analisar as características topográficas e geográficas da estação de tratamento de esgotos não concluída. A ETE em questão apresenta-se, com relação às três praias, em local de maior altitude, o que, se realizar uma análise leiga, pode parecer uma incoerência, pela necessidade de se construir elevatórias para superar os fatores gravitacionais. Entretanto, caso a ETE se localizasse em regiões mais baixas enfrentaria problemas com a proximidade da praia, devido a altos valores imobiliários dos terrenos, ao impedimento com relação à questões de zoneamento ambiental e à possível insatisfação da população frente a uma obra às margens da praia, que poderia causar impactos ambientais mais problemáticos. Dessa forma, adotar um local mais alto para a implementação da ETE se torna justificável. Além disso, a proximidade da ETE com relação ao rio Cubatão também é um ponto positivo para a escolha do local, pois esse fato resulta em economia com obras civis, que deveriam ser feitas caso houvesse necessidade da

implementação de um grande emissário. A proximidade com a estrada também torna o local propício para a construção, devido ao fácil acesso, que facilita a fase de construção do empreendimento. Em suma, o local escolhido para a construção da ETE, mesmo estando em uma cota superior à rede coletora, se mostra adequada tanto economicamente, como socialmente, ambientalmente e tecnicamente.

Uma vez estudadas as características topográficas e geográficas das praias de Jureia, Engenho e Barra do Una e do terreno da ETE inoperante, deve-se também, a partir da análise de dados, estudar as características topográficas e geográficas dos bairros da Vila dos Mineiros e da Vila do Posto. Estas duas regiões se localizam a oeste da estrada, o que pode dificultar a integração de uma eventual rede coletora dos bairros com o restante do sistema de esgotamento sanitário, visto que deverão ser realizadas obras civis para que a interligação das redes coletoras transponha a estrada. Nesse mesmo contexto, dadas as localizações geográficas da Vila dos Mineiros e Vila do Posto, vale ressaltar a importância de análises técnicas e econômicas para averiguar qual é a melhor alternativa para interligar eventuais redes coletoras das regiões com o SES. A interligação direta com a ETE e a interligação com rede coletora de barra do Una são possibilidades a serem analisadas. Quanto às características topográficas dos dois bairros, pode-se dizer, a partir de visita ao local e análise de imagens, que ambas apresentam características de terreno semelhantes às regiões a leste da estrada e, além disso, não apresentam valores de cotas muito discrepantes com relação às mesmas. É evidente que, para a realização de uma rede coletora nos bairros, é necessária uma quantidade maior de informações, porém essa breve análise das características topográficas já indica que a possibilidade de implementação de uma rede coletora não deve ser descartada.

#### **4.3. Discussão quanto à taxa de infiltração**

No que tange à questão da taxa de infiltração, todavia, cabe apontar que a rede coletora em questão, devido ao solo composto por uma areia fina pouco siltosa na camada superior (primeiros 9 m) e uma areia fina muito siltosa na camada inferior (dos 9 m aos 15 m de profundidade), bem como um elevado nível do lençol freático, está inserida em um solo bastante permeável, fazendo sentido adotar uma elevada taxa de infiltração para a rede coletora. A questão, passa a ser, no entanto, se os 0,5 L/s.km adotados pela Sabesp para casos semelhantes são o suficiente ou se seria necessário a adoção de valores ainda mais altos para a taxa de infiltração, ainda mais se for considerado que a rede está parada há anos sem

manutenção e fatalmente já apresenta sinais de desgaste, o que justifica a adoção de uma taxa de infiltração de 0,6 L/s.km.

Durante visita ao local de estudo, alguns PVs foram inspecionados para buscar avaliar com precisão a situação da rede coletora existente. As Figuras 32, 33 e 34 revelam uma rede assoreada e cheia de água, sendo que o odor no local também era forte. Os pontos inspecionados diziam respeito aos PVs 124, 127 e 128 e ao PI 125, todos pontos baixos da rede coletora, e diante da premissa da inexistência de ligações clandestinas na rede de esgoto, levam a crer que a rede está cheia de água do lençol freático o que revela o quão alto o lençol está e justifica a adoção de uma taxa de infiltração mais alta do que o que a norma sugere. Durante o processo de inspeção, verificou-se também que o material da rede se tratava de PVC.

Figura 32 - Registro do interior do PI-125



Fonte: Autores

Figura 33 - Registro do interior do PV-124



Fonte: Autores

Figura 34 - Registro do interior do PV-128



Fonte: Autores

#### 4.4. Discussão quanto à projeção populacional e o cálculo da vazão

Apesar da mencionada falta de dados confiáveis sobre a população atual das regiões, pode-se assumir a estabilização nas comunidades da Barra do Una e do Engenho, uma vez que essas comunidades não têm para onde se expandir dada a quantidade de vegetação e áreas de preservação ambiental (APAs) marcadas como Z1 que envolvem a comunidade e que abrigam espécies ameaçadas de extinção catalogadas. Portanto, o avanço sobre as matas violaria o Zoneamento Ecológico e Econômico do Litoral Norte de 2017, o qual se encontra no Anexo I. Além disso, a comunidade do Engenho já está loteada, enquanto a Jureia não, por isso pode-se inferir que o maior crescimento se dará nesta última região. Placas como a representada na Figura 35 estão presentes na região demonstrando o tipo de obstáculo legal que teria que ser transposto de forma a possibilitar um crescimento acelerado do entorno.

Figura 35 - Registro de uma placa presente na região revelando empecilhos legais para a ocupação.



Fonte: Autores

Para a avaliação da capacidade de tratamento da ETE, é importante calcular a vazão de esgotos gerada pela população para o horizonte de projeto. Projeções de vazões de esgoto geradas já foram mostradas na Tabela 5, entretanto os valores serão conferidos a partir de novo cálculo.

Assim, admitindo um horizonte de projeto de 20 anos, com início em 2020, e, a partir da análise dos dados, as vazões futuras serão estimadas a partir das seguintes hipóteses:

- Devido aos obstáculos físicos e legais que impossibilitam o crescimento das populações das regiões de Barra do Una, Engenho, Vila dos Mineiros e Vila do Posto, a população será admitida como estando em estado de saturação e, dessa forma, considerada constante. Nesse mesmo sentido cabe afirmar que a legislação do município de São Sebastião impede a construção de prédios ao longo de toda a região de estudo o que impede a possibilidade de verticalização.
- A região da Jureia, que atualmente contempla 110 moradias, será considerada, para o fim do horizonte de projeto, como em estado saturado. Dessa forma, como hoje a área ocupada por construções residenciais ocupa cerca de  $\frac{1}{8}$  do território, admite-se que Jureia contemplará uma quantidade de 800 residências ao fim do horizonte de projeto. Esta estimativa pode não se verificar, pois o crescimento populacional da região dependerá de inúmeros fatores econômicos e sociais. Entretanto, a estimativa não subestimar a quantidade de esgoto gerado, sendo assim a favor da segurança de projeto.
- O comprimento total da rede coletora necessária para a integração da região da Jureia e dos bairros de Vila do Posto e Vila Mineira ao SES será considerada de 11,1 km, mesmo comprimento da rede que integra Engenho e Barra do Una ao SES. Tal valor foi admitido com base na semelhança espacial e social de Jureia em estado de saturação com região de Barra do Una. Vale ressaltar que novamente o valor admitido atua a favor da segurança de projeto.
- Será admitida para a rede coletora taxa de contribuição de infiltração de 0,6 l/s.km. Tal valor foi admitido com base no intervalo prescrito pela NBR 9649 e devido aos fatos de a rede coletora se encontrar abaixo do nível freático em boa parte de sua extensão e da rede coletora de Barra do Una estar inoperante e, assim, podendo estar deteriorada.
- Será admitido  $C = 0,8$  para valor de coeficiente de retorno esgoto-água, como previsto pela NBR 9649.

- Para o cálculo da vazão média em período de alta temporada, será admitido uma média de 7 ocupantes por economia em período de alta temporada no litoral norte (Tsutiya et al., 1996).
- Será admitido o valor de 275 L/hab.d como consumo efetivo médio per capita de água, devido a característica socioeconômica da região.

A partir das hipóteses, pode-se calcular a vazão de esgoto sanitário gerado ao fim do horizonte de projeto. O valor pode ser calculado a partir da soma da vazão de esgoto doméstico gerado e da vazão de infiltração pela Equação (1).

$$Q_e = Q_{ED} + Q_{inf} \quad (1)$$

Onde  $Q_e$  é a vazão de esgoto sanitário,  $Q_{ED}$ , a vazão de esgoto doméstico e  $Q_{inf}$ , a vazão de infiltração.

A vazão de infiltração  $Q_{inf}$  é calculada a partir da Equação (2).

$$Q_{inf} = TI \times L_{rede} \quad (2)$$

Onde  $TI$  representa a taxa de contribuição de infiltração da rede e  $L_{rede}$  representa a extensão total da rede.

A vazão de esgoto doméstico  $Q_{ED}$  é calculada pela Equação (3):

$$Q_{ED} = P \times q \times C \quad (3)$$

Onde  $P$  representa a população total,  $q$  equivale ao consumo efetivo médio per capita de água e  $C$ , ao coeficiente de retorno esgoto-água.

A partir das equações 1, 2 e 3, tem-se que em 2040 a vazão média de esgoto sanitário produzido pelas regiões em período de alta temporada será de 51,0 L/s. Nota-se discrepância com o valor apresentado na Tabela 5, que apresentou uma previsão de 25,2 L/s de esgoto gerado. Ocorre, no entanto, que a referida tabela não se refere a alta temporada, enquanto o presente trabalho, sim.

#### 4.5. Atendimento à legislação

Obtida a vazão média afluyente à ETE em alta temporada para o fim do horizonte de projeto, é possível calcular que qualidade o esgoto tratado deverá ter para ser lançado no rio Cubatão, de forma que os padrões de emissão e o enquadramento do rio sejam respeitados. Pode-se, por ora, determinar a concentração máxima de  $DBO_{5,20}$  do esgoto tratado para que as restrições legais sejam atendidas. Para isso, será levado em conta a resolução Conama nº357/2005, que determina os limites de enquadramento das classes dos corpos hídricos, e o Decreto Estadual nº 8468 (1976), que determina os padrões de lançamento. Assim, para esse cálculo, basta saber que, para rios de classe 2, o limite de concentração para o parâmetro  $DBO_{5,20}$  após zona de mistura é de 5 mg/L, enquanto que o padrão de emissão é de 60 mg/L ou redução de 80% da DBO.

Será admitida para a vazão do rio, a vazão de referência  $Q_{7,10} = 1,72 \text{ m}^3/\text{s}$  (Relatório Técnico do Comitê da UGRHI 3, 2014), que, em realidade, é referente ao rio Una. Já para a concentração de DBO no rio, será admitido o valor de 3 mg/L, como aparece na Tabela 5. A partir de balanço de massa, para se respeitar os limites da classe 2, pode-se concluir que a concentração  $C_{DBO}$  para o esgoto tratado a ser lançado no rio é tal que:

$$\frac{3 \times 1720 + C_{DBO} \times 27}{1720 + 27} \leq 5 \quad (4)$$

Assim, tem-se que  $C_{DBO} \leq 132 \text{ mg/L}$ . A igualdade seria suficiente para respeitar os limites de enquadramento, porém não se respeitaria os padrões de emissão. Conclui-se, dessa forma, que a DBO do efluente tratado pela ETE deve ter concentração máxima de 60 mg/L ou deve-se remover 80% da DBO e que tal valor seja inferior a 132 mg/L.

#### 4.6. Balneabilidade da Praia de Barra do Una e dados de pluviometria

Outro ponto que merece atenção são os dados de balneabilidade e de pluviometria na região destacados nos Gráficos 1 e 2 do levantamento de dados. Isso porque esses dados mostram certas correlações entre meses que apresentam altas taxas de pluviosidade e a deterioração da balneabilidade naqueles meses ou em meses imediatamente posteriores. O mesmo se repete para anos mais chuvosos que a média, já que os mesmos acabam por apresentar mais semanas com a água marinha imprópria para banho. É evidente que essa situação compromete o turismo da região e cabe levantar hipóteses que ocasionam tal

fenômeno. Uma hipótese possível e relacionada com o solo altamente permeável é a elevação do nível d'água em meses mais chuvosos com consequente submersão das fossas sépticas que fariam com que as contribuições sanitárias fossem levadas a córregos como o Piranga e de lá iriam para o Rio Una, o que comprometeria a qualidade da água do mar. Isso porque não se observa à montante do Rio Una comunidades que trariam contribuições indevidas ao curso d'água. Apesar disso, uma outra hipótese que pode ser levantada é que essas épocas chuvosas na região aumentaria a contribuição da poluição difusa existente ao lavar as ruas do bairro, que comprometeriam a qualidade das águas marinhas. Essa hipótese tem certa dificuldade de se provar ao não serem constatados problemas de balneabilidade em praias tão povoadas quanto Barra do Una, mas que não possuem rios semelhantes ao Rio Una.

#### **4.7. Situação de manutenção da ETE e da rede coletora**

Por fim, cabe apontar a questão do assoreamento da rede como um ponto importante para a continuidade da obra. Ela está inserida numa análise no sentido de que a obra da ETE, assim como toda a rede coletora, encontra-se paradas há mais de quatro anos e por isso encontram-se com sinais claros de desgaste pelo tempo. Caminhando pelo bairro, são encontrados trechos das ruas que cederam, apresentando recalques visíveis nos locais por onde a rede coletora passa. O problema de compactação do solo é quase sempre inerente a esse tipo de obra, mas cabe verificar o real estado de conservação da rede antes de ser posta em funcionamento. No que tange à situação da ETE, o cenário é mais claro, já que ela pode ser facilmente acessada. Sendo assim, o cenário de depredação é bastante claro, sendo que há relatos de furtos de esquadrias metálicas e dos itens mais caros, além de destelhamento de alguns prédios da ETE. Outro ponto que merece atenção diz respeito à estrutura das obras civis da ETE, que precisaria ser avaliada pelo responsável pela continuação da obra. Todas essas questões trazem uma dificuldade complementar para a finalização do empreendimento, haja visto que a empresa que ganhasse um novo certame teria que se responsabilizar não só pela conclusão das obras, mas também por um certo passivo, sendo necessário uma custosa avaliação completa de todo o empreendimento, aumentando o dispêndio necessário para a retomada da obra e, mesmo assim, não eliminando o risco ao qual se expõe a empresa ao sugerir um valor para a finalização do sistema de esgotamento sanitário da região.

#### **4.8. Discussão quanto à adoção do sistema de lodos ativados com aeração prolongada em batelada**

A elevada variabilidade populacional pode também ser relacionada com a escolha do sistema de lodos ativados com aeração prolongada em batelada, já que esse tipo de sistema é mais simples conceitualmente que outros sistemas de lodos ativados e apresenta uma maior flexibilidade operacional, sendo possível até moldar a operação da ETE de acordo com o número de pessoas atendidas. Além disso pode-se dizer que esse tipo de sistema é usualmente mais competitivo economicamente para populações pequenas e médias, visto que não necessita de tanques adicionais para decantação primária e secundária, nem de digestão do lodo de excesso gerado.

Ademais, cabe apontar também a adequação do sistema de lodos ativados com aeração prolongada em batelada para casos em que ocorre uma elevada variabilidade populacional. Conforme Von Sperling (2002) o crítico em sistemas em batelada, se comparado aos de fluxo contínuo, é que as diversas operações, quais sejam: decantação primária, oxidação biológica e decantação secundária deixam de ocorrer em unidades separadas e passam a ocorrer em apenas uma unidade como sequências no tempo. Dessa forma, cabe destacar que os ciclos normais de tratamento em um sistema de lodos ativados com aeração prolongada em batelada são: o enchimento, a reação, a sedimentação, o descarte do efluente tratado e o repouso.

Dessa forma, ainda de acordo com Von Sperling (2002), pode-se alterar a duração usual de cada ciclo em função da variação da vazão afluente, das necessidades do tratamento e das características do esgoto e da biomassa no sistema. Assim sendo, ao variar-se a população atendida pela ETE, varia-se também a vazão afluente e faz do sistema de lodos ativados com aeração prolongada em batelada o mais adequado para as características da região.

## **5. Definição do problema**

Exposto o cenário atual das regiões, nota-se que se fazem necessárias algumas medidas que possibilitem a captação e tratamento adequados do esgoto das comunidades para os próximos anos e a continuação e expansão das obras iniciadas em 2009. Entre tais medidas destacam-se:

### **1. Dimensionamento de uma Rede Coletora para Jureia**

Há 110 casas que não estão conectadas à rede coletora, mas este número pode, em condição de saturação, chegar a 800 casas gerando esgoto. Isto pode representar um valor superior à quantidade de esgoto que a ETE Una é capaz de suportar.

### **2. Dimensionamento de uma Rede Coletora para a Vila dos Mineiros**

São 70 residências desconectadas do sistema de coleta, sendo que são vizinhas do sistema já implantada na Barra do Una. Desta forma, é conveniente o dimensionamento e projeção orçamentária da implantação e conexão desta região ao sistema de coleta local.

### **3. Dimensionamento de uma Rede Coletora para a Vila do Posto**

Bem como a medida acima, se justifica a proposição de uma rede coletora para as 30 residências vizinhas ao sistema da comunidade do Una, bem como uma estimativa orçamentária para conectar essa vizinhança à rede de esgoto pela proximidade da mesma com o sistema.

### **4. Reprojeção da Estação de Tratamento de Esgoto da Barra do Una**

Dado a possibilidade de aumento expressivo, na população atendida, sobretudo por conta da chance de crescimento do bairro da Jureia, será necessário avaliar a capacidade da estação em atender às demandas das comunidades, bem como redefinir o horizonte de projeto da ETE e estimar os custos.

### **5. Avaliação das estações elevatórias**

Com o aumento da demanda pela coleta, se fará necessária a verificação da capacidade das elevatórias de transportar o efluente até a ETE, caso sejam necessárias alterações, assim como estimar o custo das mesmas.

## **6. Redes de Esgoto**

Diante do exposto ao longo do trabalho, no qual mostrou-se a relevância e a necessidade de redes de esgoto nos bairros da Juréia, da Vila dos Mineiros e na Vila do Posto, cabe proceder à apresentação da forma como as redes foram constituídas. Inicialmente é importante dizer que as redes foram projetadas com base no levantamento topográfico retirado do Google Earth e também de uma planta do arruamento realizada a partir de imagens de satélite. A partir disso, as plantas foram importadas para o CEsg 2001, programa desenvolvido pela FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. Trata-se de um software cujo foco é dimensionar redes urbanas de esgotamento sanitário. O CEsg 2001, além de possuir uma interface intuitiva e de fácil compreensão, permite que, após o desenho do traçado e a inserção dos parâmetros iniciais da rede, se produza visualizações em perfil da rede, bem como permite que os desenhos sejam exportados para o Autodesk Autocad e que as planilhas de resultados, incluindo dados do orçamento, sejam exportadas para o Excel.

Cabe apontar que o CEsg 2001 é um programa relativamente antigo, e por essa razão não apresenta compatibilidade com as aplicações mais modernas do Autodesk Autocad, e nem do Autodesk Civil 3D. Por essa razão, observou-se alguns problemas durante a exportação da superfície compondo as curvas de nível gerada no Autodesk Civil 3D para o CEsg 2001. Apenas a título de referência para trabalhos futuros que possam utilizar técnicas semelhantes, a incompatibilidade foi contornada quando, a partir da superfície gerada, extraiu-se os objetos que a compunham. Dessa forma, a superfície TIN foi convertida em polilinhas convencionais que são capazes de serem compreendidas pelo CEsg 2001.

Outro ponto que merece destaque diz respeito aos parâmetros que foram utilizados durante o uso do CEsg 2001. A Tabela 7 resume os principais parâmetros adotados.

Tabela 7 - Parâmetros adotados para o projeto da rede coletora.

<b>Vazão mínima</b>	<b>1,50 l/s</b>
<b>Diâmetro mínimo</b>	150 mm
<b>Recobrimento mínimo</b>	0,75 m
<b>Profundidade máxima</b>	4 m
<b>Tensão trativa média de valor mínimo</b>	1 Pa
<b>Velocidade máxima</b>	5 m/s
<b>Altura de Degrau mínima</b>	5 cm
<b>Altura de Degrau máxima</b>	65 cm
<b>Declividade mínima construtiva</b>	0,0005 m/m

Fonte: Autores

Desses parâmetros adotados, cabe destacar o recobrimento mínimo. Isso porque a NBR 9649 estabelece que o recobrimento não deve ser inferior a 0,90 m e a Sabesp estabelece, na NTS 025, que o recobrimento deverá ser em situações convencionais de 1,35 m. No entanto, na mesma norma, abre-se exceção para o caso de regiões planas e de nível de lençol freático alto, onde pode-se adotar um recobrimento de 0,75 m desde que os coletores estejam instalados no passeio, hipótese que foi adotada no presente trabalho. A profundidade máxima, por sua vez, foi utilizada como forma de evitar que o programa gerasse escavações muito aprofundadas, o que elevaria sobremaneira o custo da obra, ainda mais ao considerar a presença de um lençol freático elevado em toda a região. Os demais parâmetros estão de acordo com o que foi observado na literatura e, por fim, cabe apontar que o método de cálculo utilizado pelo CEsG 2001 foi por meio da Fórmula Universal. Embora fosse possível realizar o cálculo por meio da Fórmula de Manning, optou-se pela Fórmula Universal conforme a bibliografia permite.

Outro ponto de interesse é que as 3 redes, a saber, da Juréia, da Vila do Posto e da Vila dos Mineiros foram tratadas de maneira individual pois já se previa a necessidade de ao menos 3 elevatórias e linhas de recalque para levar o esgoto de cada uma das redes, para a ETE. Por conta de questões relacionadas à topografia e à impossibilidade de executar escavações profundas, optou-se pela instalação de um número maior de elevatórias como será descrito adiante.

Cabe também mencionar que as redes foram dimensionadas para atender uma situação de alta temporada conforme as premissas indicadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Parâmetros adotados para o dimensionamento de vazões.

Nº de habitantes por casa	7
Consumo per capita (L/(s.hab))	275
Coeficiente de Retorno	0,8
Taxa de infiltração (L/(s*km))	0,6
K1	1,2
K2	2

Fonte: Autores

Dessas premissas, cabe justificar a adoção de K2 diferente daquele que preconiza a NBR 9649. Tal adoção se justifica pelo fato de se tratar de uma região litorânea, que cumpre, para a maioria dos residentes em época de alta temporada, função de lazer. Tem-se que a utilização diária de água se molda a partir de hábitos comuns a esses residentes temporários. Dessa forma, a utilização de chuveiros se faz de maneira mais intensa e concentra-se no período de fim de tarde, quando as atividades dos banhistas costumam se encerrar.

A Tabela 9 também busca retomar a população de alta temporada de cada comunidade para as quais está se projetando rede coletora de esgoto.

Tabela 9 - População considerada em cada uma das regiões de estudo

<b>Bairro</b>	<b>Número de residências</b>	<b>População</b>
Vila do Posto	70	490
Vila dos Mineiros	130	910
Jureia	800	5600

Fonte: Autores

### 6.1. Rede da Vila do Posto

Trata-se da rede mais simples projetada no trabalho, por atender a menor população e também por ser a menos extensa. Conta com 355,95 m de extensão e foi projetada para atender uma vazão máxima horária de 3,20 L/s e uma vazão média de 1,25 L/s. O material adotado para a rede foi PVC por conta de seu preço e também por ser o material utilizado nas redes já instaladas em Barra do Una e Engenho.

Cabe apresentar uma breve memória de cálculo que justifique as vazões adotadas por meio da Tabela 10.

Tabela 10 - Valores estimados de vazão para a Vila do Posto

Número de casas	70
Número de habitantes	490
Vazão (L/s)	1,248
Vazão Máxima diária (L/s)	1,497
Vazão Máxima horária (L/s)	2,994
Extensão da rede (m)	355,95
Vazão infiltrada (L/s)	0,214
Vazão Máxima horária (L/s)	3,208
Vazão Média (L/s)	1,248

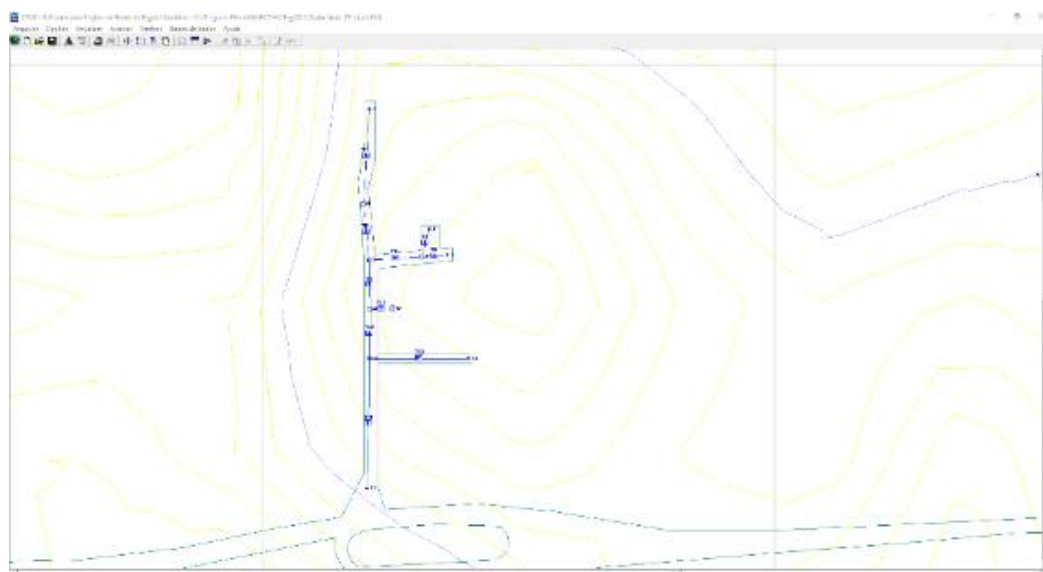
Fonte: Autores

Em seu poço de visita número 13 está prevista a saída da rede. Esse é o local onde estará instalada a Elevatória da Vila do Posto que levará o esgoto até a Elevatória da Vila dos Mineiros, próxima à rodovia. Outras elevatórias não foram necessárias, já que o esgoto é escoado por gravidade, uma vez que esse poço de visita 13 é o mais baixo da região.

Nos Anexos VII, VIII e IX é possível ver, respectivamente, o traçado da rede, a planilha de cálculo gerada pelo CEsg 2001 e também a planilha de custos para a construção da rede.

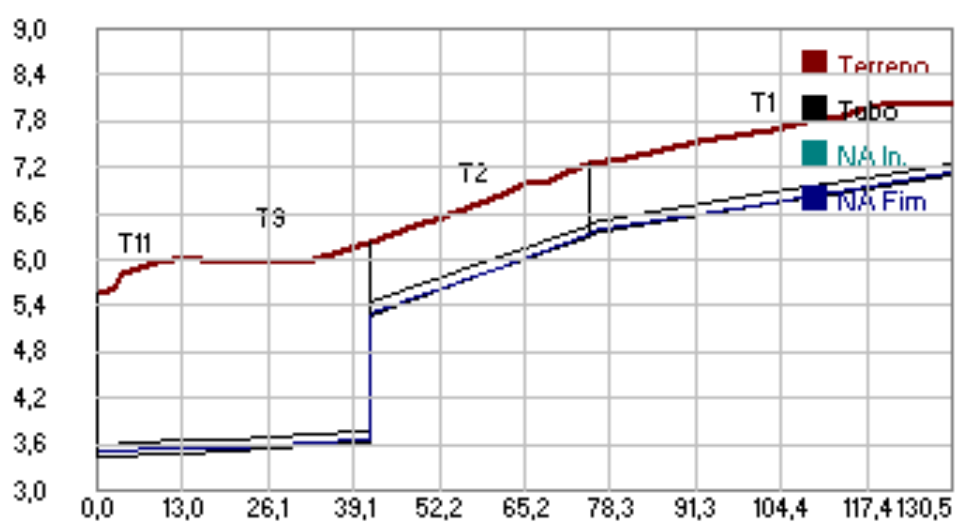
Na Figura 36 pode-se ver o traçado da rede e nas Figuras 37 e 38 pode-se ver os perfis dos principais trechos da rede composto da rede compostos, respectivamente pelos trechos 1,2,3 e 11 e 10, 12 e 11.

Figura 36 - Captura de tela do traçado da rede no CEsg 2001



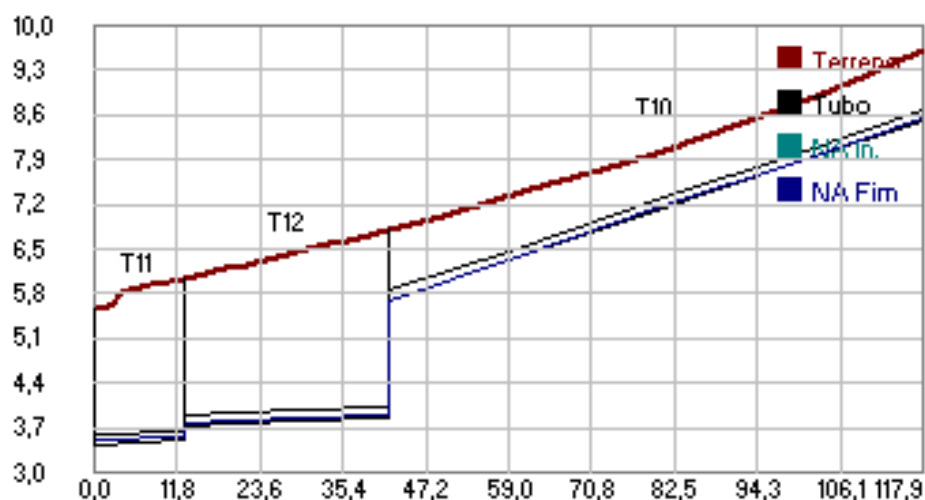
Fonte: Autores

Figura 37 - Captura de tela do perfil dos trechos 1, 2, 3 e 11 da rede da Vila do Posto



Fonte: Autores

Figura 38 - Captura de tela do perfil dos trechos 10, 12 e 11 da rede da Vila do Posto

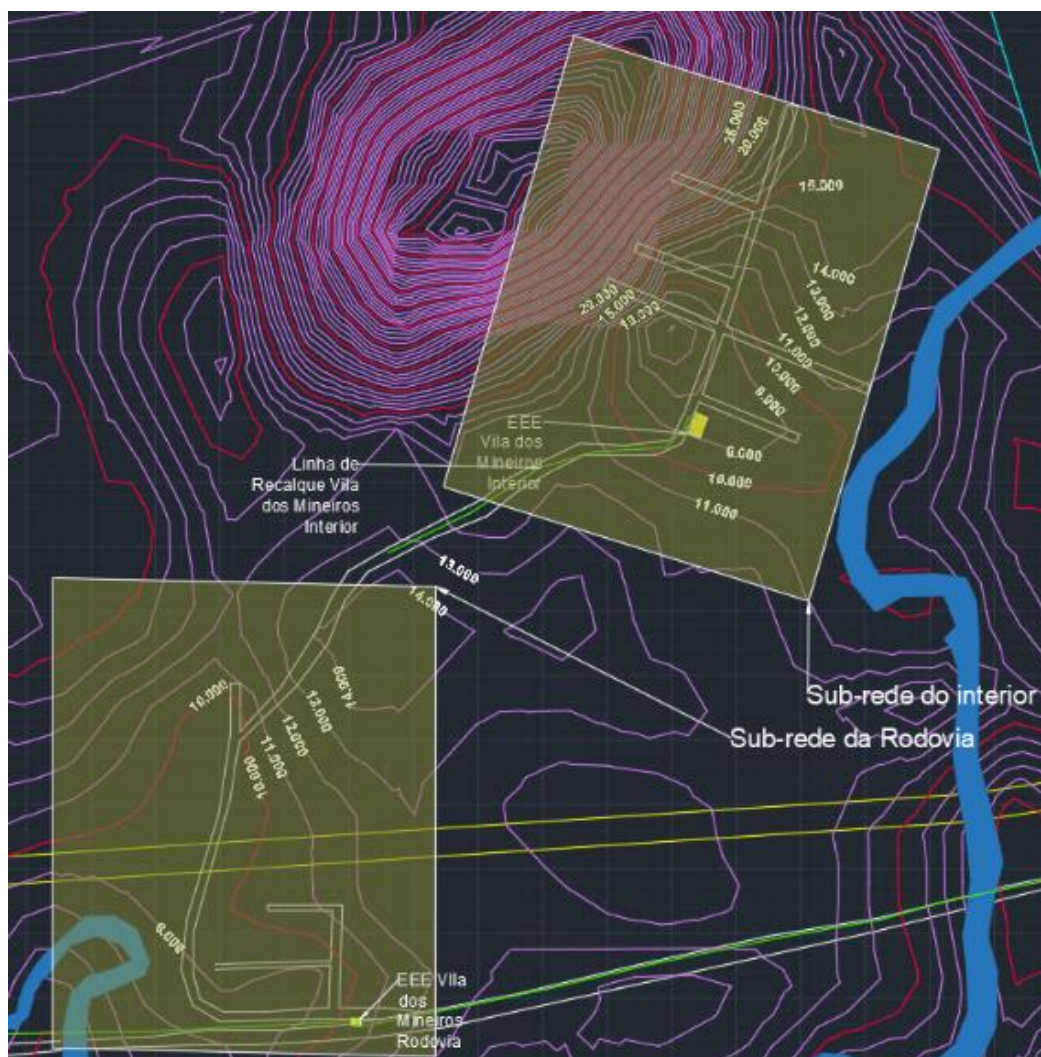


Fonte: Autores

## 6.2. Rede da Vila dos Mineiros

A rede da Vila dos Mineiros, por sua vez, foi dividida em 2 sub-redes. A rede do interior e da rodovia. A rede do interior conta com 884,84 m e a rede da rodovia conta com 950,37 m. A rede do interior possui uma elevatória que tem como função levar o esgoto do Poço de Visita 8 até o Poço de Visita 21 localizado na rede da rodovia. Essa distinção está melhor explanada na Figura 39 do projeto.

Figura 39 - Divisão da rede da Vila dos Mineiros em Sub-redes

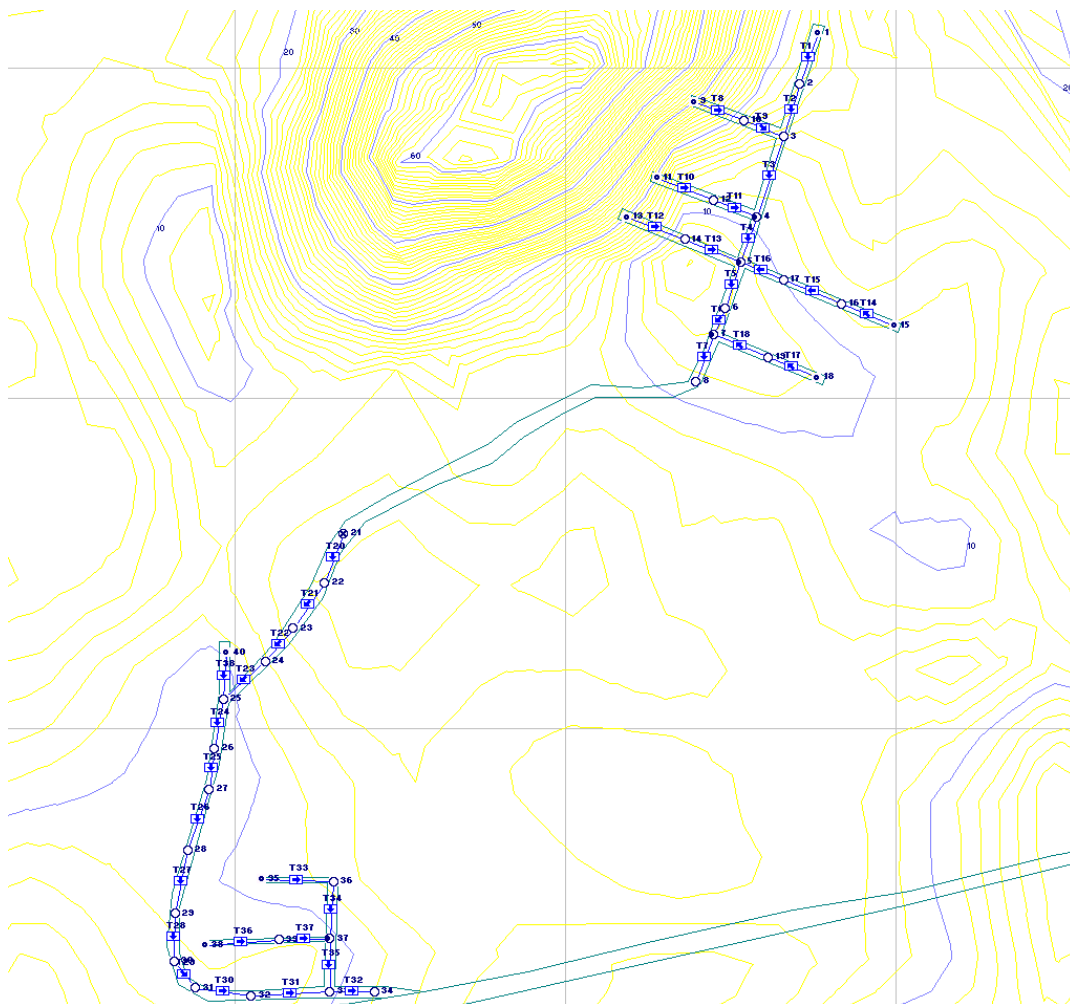


Fonte: Autores

A sub-rede do interior busca atender uma vazão máxima horária de 3,21 L/s e uma vazão média de 1,11 L/s. A sub-rede da rodovia, por sua vez, busca atender uma vazão máxima horária de 6,66 L/s e vazão média de 2,31 L/s. Nas vazões da sub-rede da rodovia já estão incluídas a carga pontual oriunda do que a elevatória presente na rede do interior (EEE Vila dos Mineiros Interior) recalca até a rede da rodovia. A vazão máxima horária, bem como a vazão média foram calculadas de maneira semelhante ao que foi feito para a Vila do Posto. Para dividir as vazões entre as sub-redes foi utilizada uma ponderação da vazão média do bairro todo de acordo com a extensão de cada sub-rede. Por fim, na Figura 40, obtida do CEsG 2001, é possível ver o traçado da rede com mais detalhes, bem como as numerações dos Poços de Visita.

Cabe apontar também que a rede da Vila dos Mineiros termina no PV34, onde está previsto a instalação da estação elevatória Vila dos Mineiros rodovia.

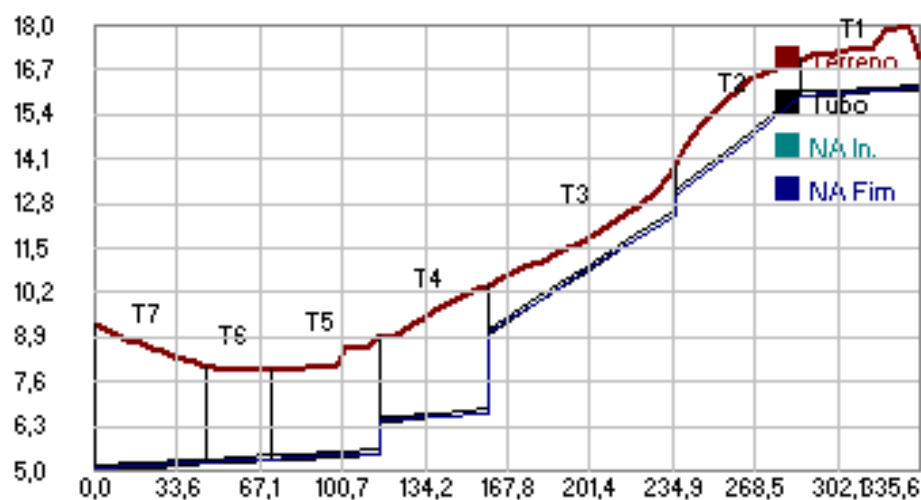
Figura 40 - Traçado da rede da Vila dos Mineiros conforme registro realizado no CEsg 2001



Fonte: Autores

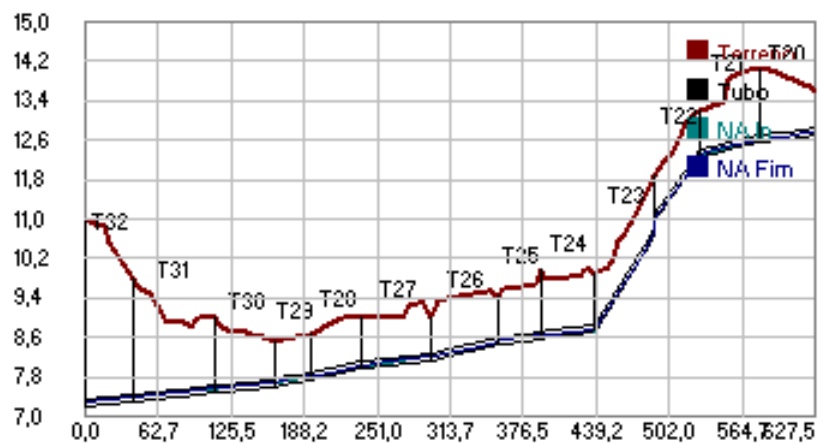
Nos Anexos X, XI e XII é possível ver, respectivamente, o traçado da rede, a planilha de cálculo gerada pelo CEsg 2001 e também a planilha de custos para a construção da rede. Nas Figuras 41 e 42, por sua vez, pode-se ver, respectivamente, os perfis dos principais trechos da rede do interior compostos pelos trechos 1,2,3,4,5,6,7 e dos trechos mais importantes da rede da rodovia compostos pelos de números: 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 e 32.

Figura 41 - Perfil da rede do interior gerado pelo CEsg 2001 mostrando os trechos 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7



Fonte: Autores

Figura 42 - Perfil da rede do interior gerado pelo CEsg 2001 mostrando os trechos 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 e 32.

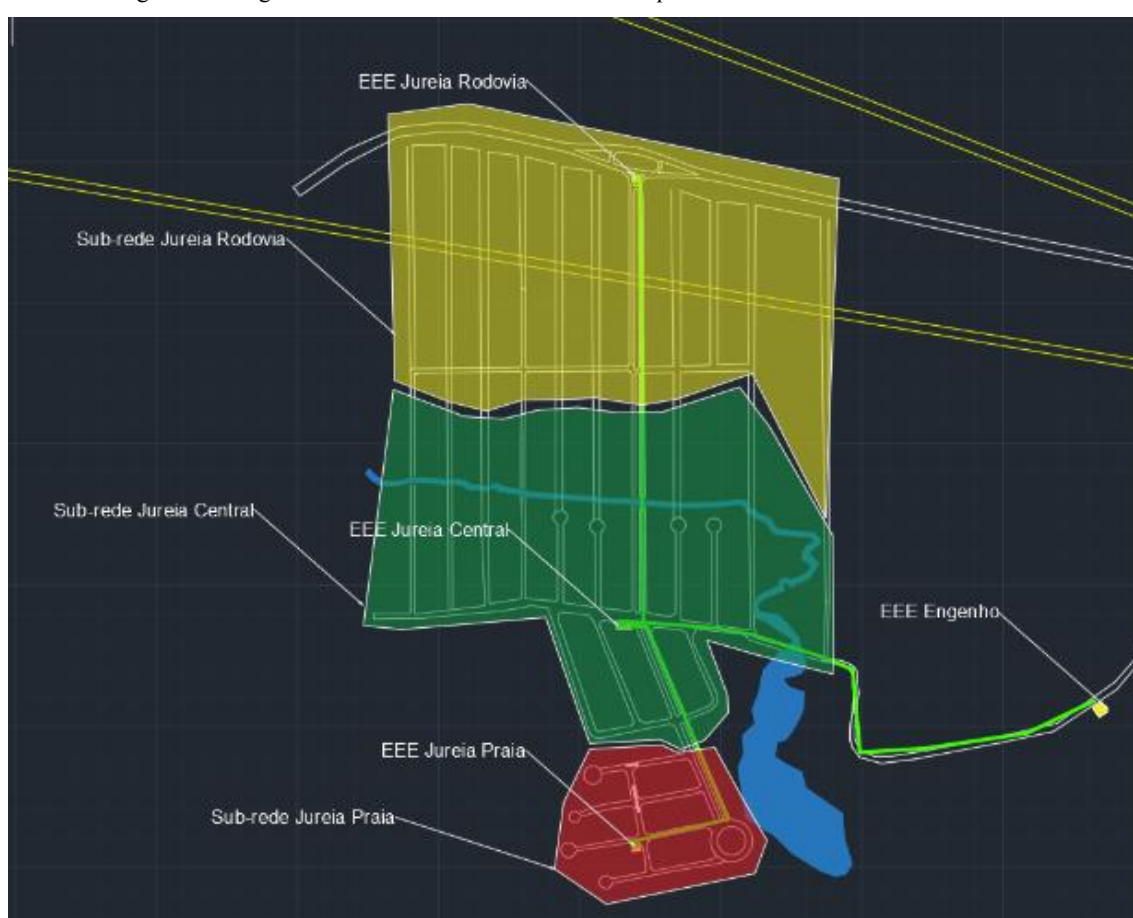


Fonte: Autores

### 6.3. Rede da Jureia

A rede da Jureia, por sua vez, é a mais complexa das 3 redes criadas. Também é a rede que busca atender à maior população. Para facilitar a compreensão e o projeto, o mesmo foi dividido em 3 redes menores. A rede da rodovia, a rede da praia e a rede central. Cada uma dessas redes menores tem uma própria elevatória sendo que a EEE Jureia Praia, bem como a EEE Jureia Rodovia, busca levar o esgoto até a EEE Jureia Central, onde o esgoto é bombeado até a EEE Engenho, conexão esta já prevista no projeto da Sabesp. A Figura 43 busca destacar cada uma dessas regiões de forma a clarificar o projeto.

Figura 43 - Registro da divisão em sub-redes e o destaque das elevatórias da rede da Jureia

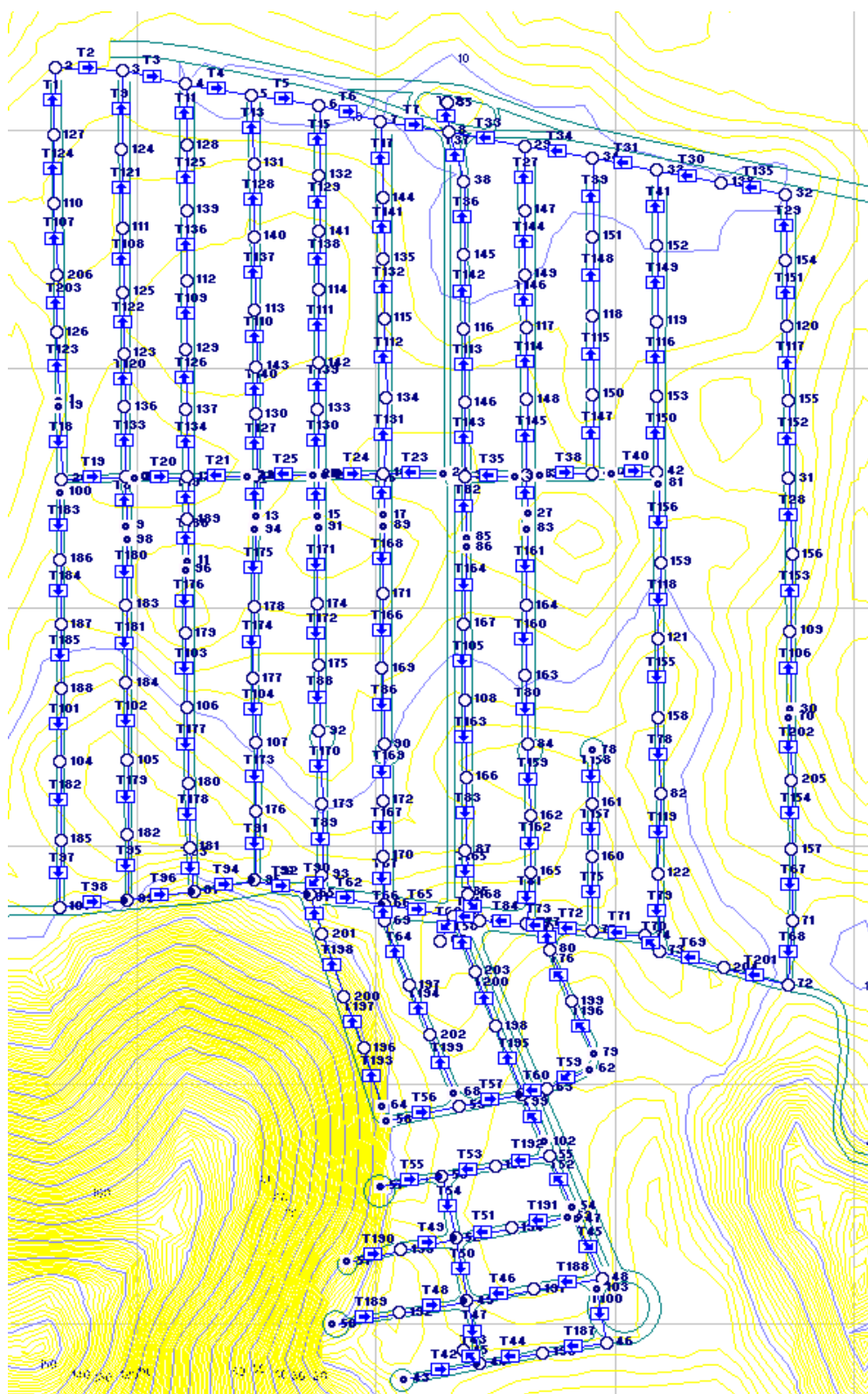


Fonte: Autores

A sub-rede da Rodovia concentra todo seu esgoto na EEE Juréia Rodovia por gravidade, possui 7213,75 m de extensão e busca atender uma vazão máxima horária de 19,83 L/s e uma vazão média de 6,45 L/s, cabendo destacar que se tratam de valores de fim de plano para quando se acredita que o bairro atingirá uma saturação. A sub-rede da Praia, por sua vez, concentra todo seu esgoto na EEE Juréia Praia, possui 1585,8 m de extensão e foi projetada para atender uma vazão máxima horária de 4,35 L/s e uma vazão média de 1,42 L/s. Por fim, a sub-rede Juréia Central possui 7124,37 m de extensão e foi projetada para captar o esgoto do centro do bairro, concentrando tudo na Estação elevatória Juréia Central. Essa elevatória foi pensada para receber também o esgoto recalcado das outras duas sub-redes e bombear todo o esgoto conjuntamente para a EEE do Engenho. Sendo assim essa elevatória deve ser capaz de bombear toda a vazão de esgoto produzida no bairro da Jureia o que equivaleria a uma vazão máxima horária de 43,77 L/s e uma vazão média de 14,25 L/s.

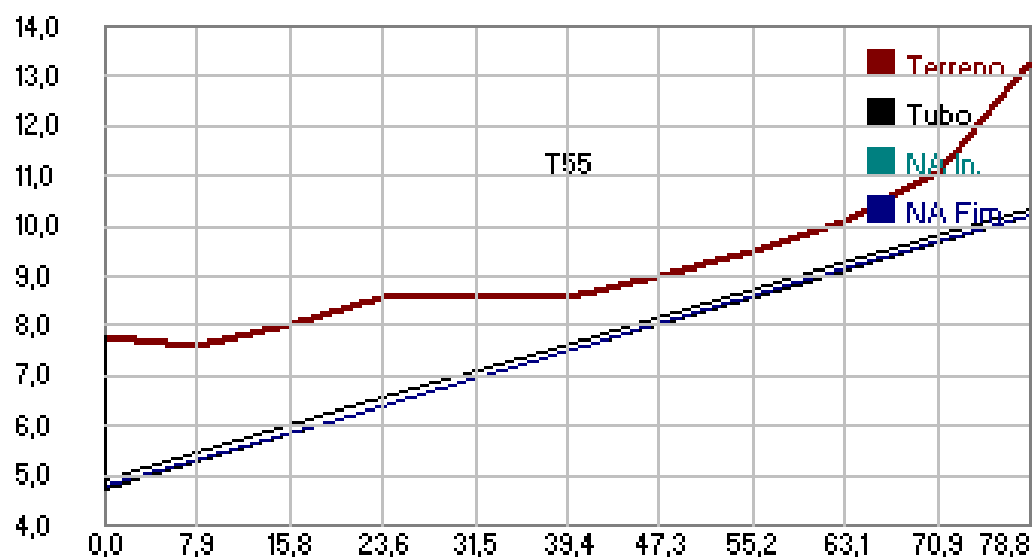
A Figura 44, por sua vez, reproduz o traçado da rede de todo o sistema da Juréia e as Figuras 45, 46 e 47 destacam alguns perfis de interesse, seja por sua extensão ou seja pela necessidade de escavações mais profundas. A Figura 45, por exemplo, é um perfil do mesmo trecho retratado pelas Figuras 29, 30 e 31 anteriormente no trabalho, e busca destacar a questão da imprecisão das curvas de nível adotadas e também a importância de se ter adotado um recobrimento mínimo pequeno para evitar escavações muito aprofundadas.

Figura 44 - Registro do traçado da rede da Jureia conforme feito no CEsg 2001.



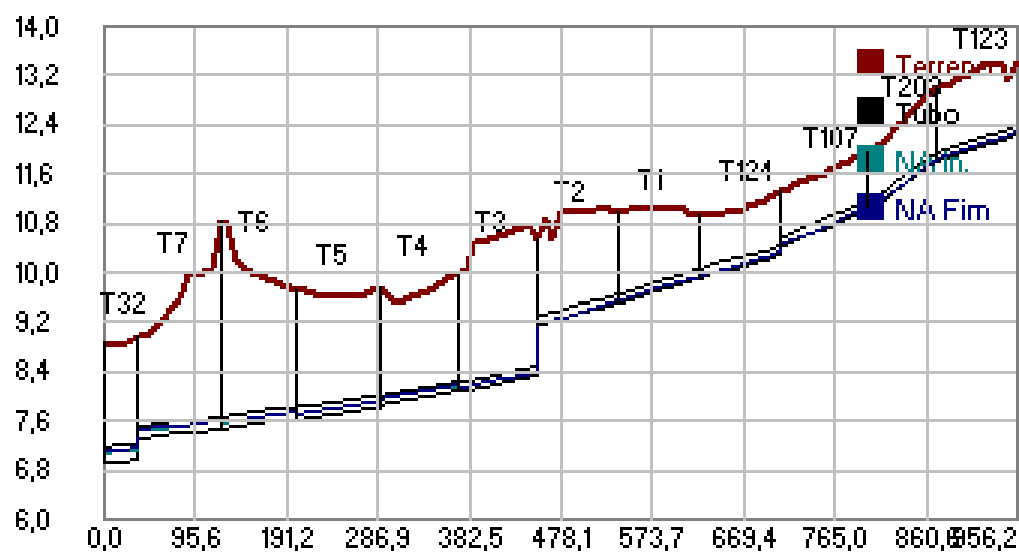
Fonte: Autores

Figura 45 - Perfil do trecho 55 da rede da Jureia retomando a discussão já realizada quanto à imprecisão das curvas de nível obtidas.



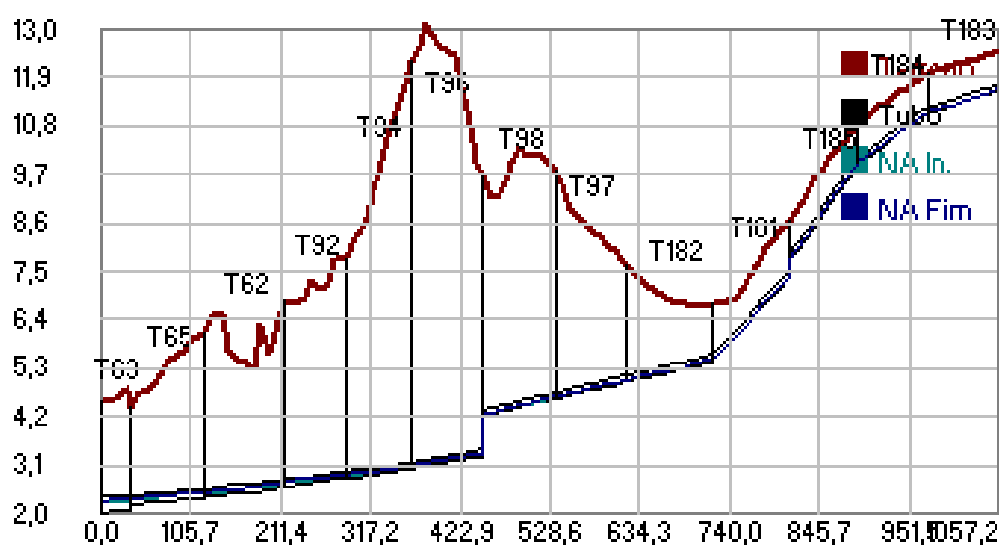
Fonte: Autores

Figura 46 - Perfil de trechos da rede da Jureia



Fonte: Autores

Figura 47 - Perfil de trechos relevantes da da rede da Jureia revelando pontos bem profundos da rede



Fonte: Autores

Nos Anexos XIII, XIV e XV, por fim, é possível ver, respectivamente, o traçado da rede, a planilha de cálculo gerada pelo CEsg 2001 e também a planilha de custos para a construção da rede.

Por fim, cabe apresentar a Tabela 11 na qual se busca fazer um compilado de todas as informações apresentadas na forma de um quadro resumo.

Tabela 11 - Quadro resumo das vazões consideradas para cada uma das redes.

<b>Rede</b>	<b>Sub-rede</b>	<b>Extensão (m)</b>	<b>Exutório</b>	<b>Elevado até:</b>	<b>Vazão máxima horária (L/s)</b>	<b>Vazão média (L/s)</b>
Vila do posto	-	355,95	EEE Vila do posto (PV13)	EEE Vila dos Mineiros Rodovia	3,20	1,25
Vila dos Mineiros	Interior	884,84	EEE Vila dos Mineiros Interior (PV8)	PV 21	3,21	1,11
Vila dos Mineiros	Rodovia	950,37	EEE Vila dos Mineiros Rodovia (PV34)	ETE Una	6,66	2,21
<b>Vila dos Mineiros</b>	<b>Total</b>	<b>1835,21</b>			<b>6,66</b>	<b>2,21</b>
Jureia	Rodovia	7213,75	EEE Jureia Rodovia (PV35)	EEE Juréia Central	19,83	6,45
Jureia	Praia	1585,8	EEE Jureia Praia (PV45)	EEE Juréia Central	4,36	1,42
Jureia	Central	7124,37	EEE Jureia Central (PV67)	EEE Engenho	43,78	14,26
<b>Jureia</b>	<b>Total</b>	<b>15923,9</b>			<b>43,75</b>	<b>14,26</b>

Fonte: Autores

## 7. Linhas de Recalque

Com as 3 redes bem descritas, pode-se verificar a necessidade de construir 6 elevatórias além daquelas já projetadas pela Sabesp. Dessa forma, além das 6 elevatórias, caso o projeto seja implantado, haverá também 6 linhas de recalque que serão objeto de descrição e podem ser apresentadas abaixo:

- L.R. Vila do Posto
- L.R. Vila dos Mineiros Interior
- L.R. Vila dos Mineiros Rodovia
- L.R. Jureia Rodovia
- L.R. Jureia Praia
- L.R. Jureia Central.

A Figura 48 busca esclarecer a localização de cada uma das linhas de recalque projetadas, inclusive em relação às elevatórias. Uma versão semelhante está disponível no Anexo XXXIII.

Figura 48 - Registro da localização das elevatórias e das linhas de recalque projetadas



Fonte: Autores

Diante do exposto cabe definir o diâmetro da tubulação adotada para as linhas de recalque. Para isso deve-se obedecer a recomendação da NBR 569 que estabelece os seguintes limites de velocidade:

- Velocidade máxima: 3 m/s
- Velocidade mínima: 0,60 m/s

Cabe notar também que a velocidade mínima deve ser calculada com relação à vazão média enquanto a velocidade máxima deve ser calculada com relação à vazão máxima horária,

Sendo assim a Tabela 12 resume as informações calculadas, bem como os diâmetros escolhidos para cada uma das linhas de recalque

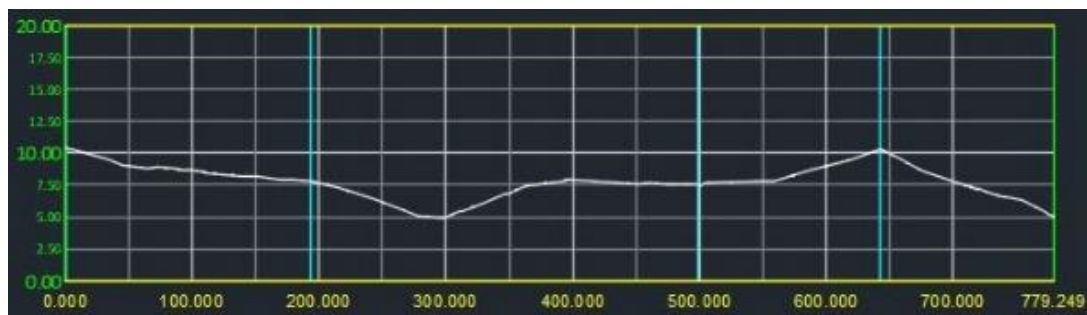
É importante observar que alguns dos valores de velocidade máxima e mínima desrespeitam o que é preconizado pela NBR 569, no entanto uma limitação do projeto é que o diâmetro mínimo comercial da tubulação é de 100 mm, razão pela qual em algumas linhas de recalque mesmo a velocidade máxima é inferior à velocidade mínima recomendada. Essa constatação justifica também a ausência de sentido na busca por um diâmetro mais econômico já que fatalmente um diâmetro maior apresentaria menor eficiência.

As Figuras 49, 50, 51, 52, 53, 54 representam os perfis da linha de recalque e são fundamentais, pois marcam exatamente o ponto de maior elevação ao longo de toda a linha de recalque. Esse será o valor da cota do lançamento e é importante para o dimensionamento das bombas posteriormente nas elevatórias.

Tabela 12 - Quadro com os principais dados das Linhas de Recalque projetadas.

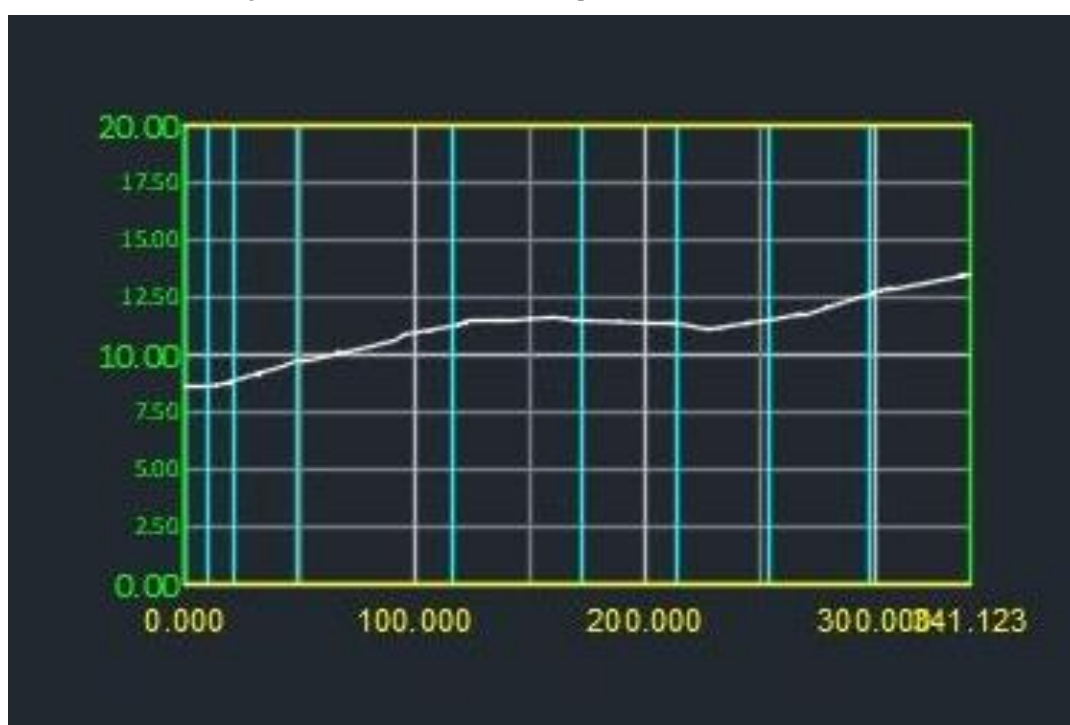
Linha de Recalque	L.R. Vila do Posto	L.R. Vila dos Mineiros Interior	L.R. Vila dos Mineiros Rodovia	L.R. Jureia Rodovia	L.R. Jureia Praia	L.R. Jureia Central
Vazão máxima horária (L/s)	3,208	3,212	6,662	19,831	4,359	43,776
Vazão média (L/s)	1,247	1,117	2,317	6,459	1,420	14,259
Extensão da L.R. (m)	697,3	314,7	961,47	1010,46	701,53	1254,95
Diâmetro da L.R. (mm)	100	100	100	150	100	200
Velocidade Máxima (m/s)	0,41	0,41	0,85	1,12	0,56	1,39
Velocidade Mínima (m/s) Fonte: Autores	0,16	0,14	0,29	0,36	0,18	0,45

Figura 49 - Perfil da Linha de Recalque da Vila do Posto



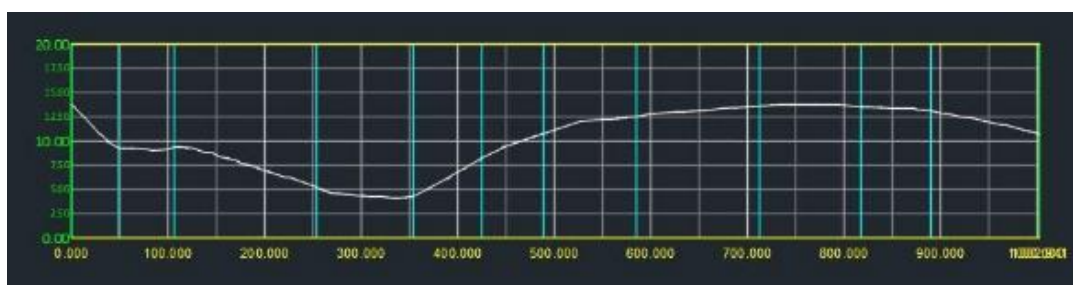
Fonte: Autores

Figura 50 - Perfil da Linha de Recalque da Vila dos Mineiros Interior



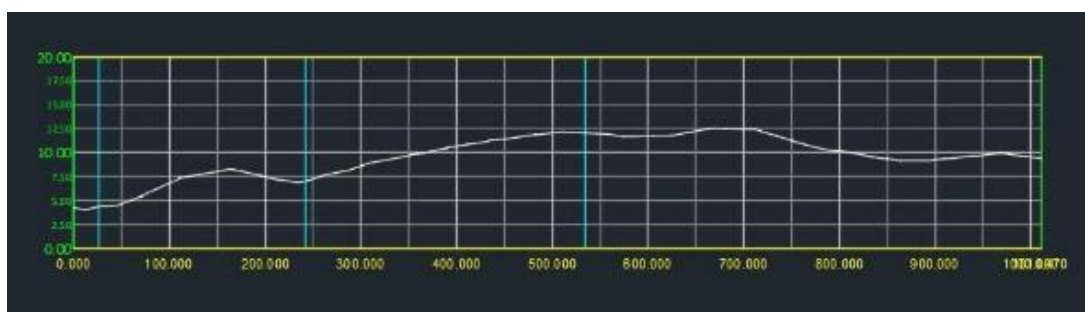
Fonte: Autores

Figura 51 - Perfil da Linha de Recalque da Vila dos Mineiros Rodovia



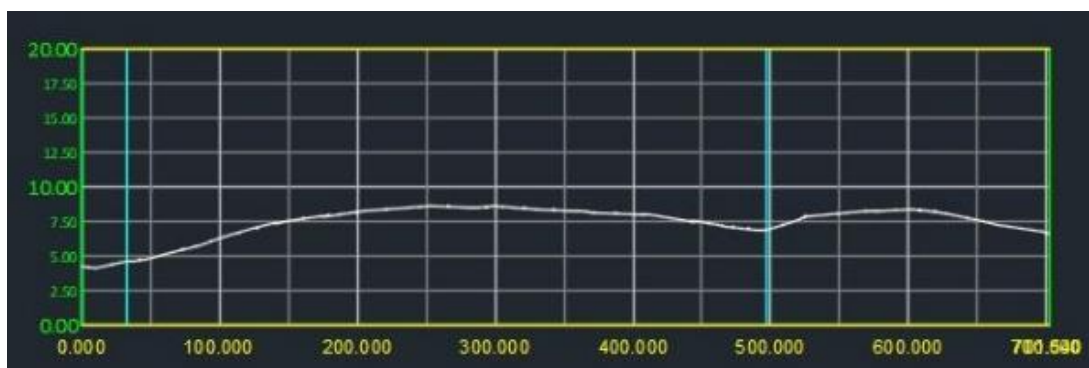
Fonte: Autores

Figura 52 - Perfil da Linha de Recalque da Jureia Rodovia



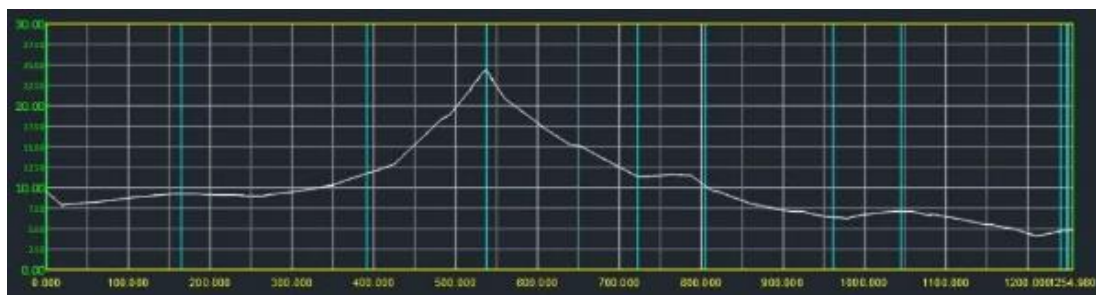
Fonte: Autores

Figura 53 - Perfil da Linha de Recalque da Jureia Praia



Fonte: Autores

Figura 54 - Perfil da Linha de Recalque da Jureia Central



Fonte: Autores

Com base nisso, pode-se reunir na Tabela 13 os valores da cota de lançamento usados para calcular a altura geométrica do bombeamento.

Tabela 13 - Quadro resumo das cotas de lançamento das linhas de recalque

<b>Linha de Recalque</b>	<b>Cota de lançamento (m)</b>
L.R. Vila do Posto	12,182
L.R. Vila dos Mineiros Interior	13
L.R. Vila dos Mineiros Rodovia	12,182
L.R. Jureia Rodovia	12,5
L.R. Jureia Praia	8,63
L.R. Jureia Central	24,15

Fonte: Autores

Outro ponto que foi considerado durante o projeto e será importante adiante diz respeito ao material utilizado na linha de recalque já que se considerou o uso de uma tubulação PEAD, o que implica em um coeficiente de rugosidade  $C = 140$ .

## 8. Estações elevatórias de esgoto

Com base nas cotas de lançamento determinadas partiu-se, inicialmente, para o estabelecimento de valores para a cota do terreno do lugar da instalação de cada uma das elevatórias. Também buscou-se verificar a cota de chegada das tubulações que alimentam as elevatórias. Com os dados das cotas de chegada, é possível criar uma faixa de operação para as bombas equivalente à uma cota do nível de água mínimo e outra cota do nível de água máximo. Esses valores devem, obrigatoriamente, ser inferiores à cota de chegada e foram atribuídos buscando obedecer a uma situação que minimize a profundidade da elevatória para evitar muitos custos. Também se buscou, inicialmente, uma faixa operacional das bombas de cerca de 1 m caso o fundo não fosse inferior ao nível do mar. Caso o fundo fosse inferior ao nível do mar e a vazão fosse relativamente baixa, reduziu-se a faixa operacional das bombas. Por fim, considerou-se um  $N_{Amin}$  de ao menos 40 cm, como foi utilizado no projeto da Elevatória do Engenho da Sabesp e disponível nos Anexos XXII e XXIII. Com tudo isso em mente, a Tabela 14 apresenta os valores mais relevantes.

Tabela 14 - Quadro resumo com os principais atributos das Linhas de Recalque

<b>Linha de Recalque</b>	<b>Cota de lançamento (m)</b>	<b>Cota do terreno (m)</b>	<b>Cota de chegada (m)</b>	<b>Cota do <math>N_{Amax}</math> (m)</b>	<b>Cota do <math>N_{Amin}</math> (m)</b>
Vila do Posto	9,182	5,56	3,448	3	2
Vila dos Mineiros Interior	9	9,29	5,044	4	3
Vila dos Mineiros Rodovia	6,182	11	7,197	6	5
Jureia Rodovia	6,5	8,86	6,918	6	4
Jureia Praia	8,93	5,905	0,213	-0,3	-1
Jureia Central	23,15	4,53	2,016	1	-1

Fonte: Autores

Tendo em vista os valores da Tabela 14 é possível calcular a altura geométrica máxima e a altura geométrica mínima conforme as Equações 4 e 5.

$$Hg_{min} = CotaLançamento - NAmáx \quad (4)$$

$$Hg_{máx} = CotaLançamento - NAmin \quad (5)$$

Assim a Tabela 15 resume os resultados de altura geométrica obtidos:

Tabela 15 - Quadro com atributos das Linhas de Recalque

<b>Linha de Recalque</b>	<b>Altura geométrica máxima (m)</b>	<b>Altura geométrica mínima (m)</b>
Vila do Posto	9,182	10,182
Vila dos Mineiros Interior	9	10
Vila dos Mineiros Rodovia	6,182	7,182
Jureia Rodovia	6,5	8,5
Jureia Praia	8,93	9,63
Jureia Central	23,15	25,15

Fonte: Autores

Outro fator importante é o número de bombas ativas e de reserva, uma vez que isso vai influenciar a vazão que passa por cada tubo na área do poço de sucção e, portanto, na perda de carga de cada sistema. Pelo fato de a maior parte das elevatórias serem para pequenas vazões no caso do projeto em questão, na maior parte delas adotou-se apenas uma bomba ativa com uma bomba de reserva. Nas demais, ou seja, nas elevatórias que apresentavam vazões mais elevadas, adotou-se um modelo com 2 bombas ativas e uma reserva. A Tabela 16 descreve a situação adotada para cada uma das elevatórias.

Tabela 16 - Arranjo hidráulico em termos de bombas das elevatórias projetadas

<b>Estação Elevatória</b>	<b>Modelo adotado</b>
EEE Vila do Posto	1+1
EEE Vila dos Mineiros Interior	1+1
EEE Vila dos Mineiros Rodovia	1+1
EEE Jureia Rodovia	2+1
EEE Jureia Praia	1+1
EEE Jureia Central	2+1

Fonte: Autores

### 8.1. Perdas de carga localizadas

Para o cálculo das perdas de carga localizadas, é importante que se calcule as velocidades dentro das tubulações. Para isso, determinou-se a vazão máxima horária para qual a elevatória está sendo projetada, distribuiu-se essa vazão de forma a permitir calcular as perdas de carga distribuídas posteriormente, cabendo notar que quando se tratava de uma elevatória com 2 bombas ativas, foi necessário dividir a vazão entre as duas bombas bem como a velocidade. Os resultados de velocidade obtidos estão apresentados nas Tabelas 17, 18, 19, 20, 21 e 22.

Tabela 17 - Velocidade e vazão da EEE Vila do Posto.

<b>EEE Vila do Posto</b>	
Configuração com 1 bomba ativa e Diâmetro da tubulação: 100 mm	
<b>Vazão (L/s)</b>	<b>Velocidade (m/s)</b>
0,55	0,035
1,1	0,070
1,65	0,105
2,2	0,140
2,75	0,175
3,3	0,210

Fonte: Autores

Tabela 18 - Velocidade e vazão da EEE Vila dos Mineiros Interior.

<b>EEE Vila dos Mineiros Interior</b>	
Configuração com 1 bomba ativa e Diâmetro da tubulação: 100 mm	
<b>Vazão (L/s)</b>	<b>Velocidade (m/s)</b>
0,55	0,070
1,1	0,140
1,65	0,210
2,2	0,280
2,75	0,350
3,3	0,420

Fonte: Autores

Tabela 19 - Velocidade e vazão da EEE Vila dos Mineiros Rodovia

<b>EEE Vila dos Mineiros Rodovia</b>	
Configuração com 1 bomba ativa e Diâmetro da tubulação: 100 mm	
<b>Vazão (L/s)</b>	<b>Velocidade (m/s)</b>
1,2	0,153
2,4	0,306
3,6	0,458
4,8	0,611
6	0,764
7,2	0,917

Fonte: Autores

Tabela 20 - Velocidade e vazão da EEE Jureia Rodovia

<b>EEE Jureia Rodovia</b>			
Configuração com 1 bomba ativa e Diâmetro da tubulação: 150 mm			
<b>Vazão (L/s)</b>		<b>Velocidade (m/s)</b>	
1 Bomba	2 Bombas	1 Bomba	2 Bombas
1,75	3,5	0,099	0,198
3,5	7	0,198	0,396
5,25	10,5	0,297	0,594
7	14	0,396	0,792
8,75	17,5	0,495	0,990
10,5	21	0,594	1,188

Fonte: Autores

Tabela 21 - Velocidade e vazão da EEE Jureia Praia

<b>EEE Jureia Praia</b>	
Configuração com 1 bomba ativa e Diâmetro da tubulação: 100 mm	
<b>Vazão (L/s)</b>	<b>Velocidade (m/s)</b>
0,75	0,095
1,5	0,190
2,25	0,286
3	0,382
3,75	0,477
4,5	0,573

Fonte: Autores

Tabela 22 - Velocidade e vazão da EEE Jureia Rodovia

EEE Jureia Rodovia			
Configuração com 1 bomba ativa e Diâmetro da tubulação: 200 mm			
Vazão (L/s)		Velocidade (m/s)	
1 Bomba	2 Bombas	1 Bomba	2 Bombas
3,7	7,4	0,118	0,236
7,4	14,8	0,236	0,471
11,1	22,2	0,353	0,707
14,8	29,6	0,471	0,942
18,5	37	0,589	1,178
22,2	44,4	0,707	1,413

Fonte: Autores

Com base nas velocidades, pode-se proceder efetivamente para o cálculo da perda de carga localizada, dado pela Equação .6

$$h_L = (\sum K) \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (6)$$

Onde:

$$h_L = \text{perda de carga localizada, m}$$

$$(\sum K) = \text{coeficiente de perda de carga para o conjunto de peças}$$

$$V = \text{velocidade na tubulação } \left(\frac{m}{s}\right)$$

$$g = \text{aceleração da gravidade} = 9,81 m/s^2$$

Tendo a Equação 4 em mente, é necessário que se prossiga com um inventário das peças que serão utilizadas em cada uma das elevatórias, com os respectivos coeficientes de perda de carga de cada uma dessas peças de forma a poder-se ter a soma dos coeficientes. A Tabela 23 apresenta esse inventário bem como a somatória dos coeficientes. É importante notar no caso das elevatórias que operam com 2 bombas ativas, deve-se estabelecer uma somatória de K considerando metade da vazão na maioria dos trechos internos na elevatória, e outra somatória

de K para vazão completa nos trechos da linha de recalque e nos trechos dentro da elevatória onde já se apresenta somente uma tubulação na saída.

Tabela 23 - Quadro resumindo o número e a descrição das peças utilizadas na linha de recalque e das elevatórias.

<b>Número de peças para cada uma das Elevatórias</b>						
	EEE Vila do Posto	EEE Vila dos Mineiros Interior	EEE Vila dos Mineiros Rodovia	EEE Jureia Rodovia	EEE Jureia Praia	EEE Jureia Central
Diâmetro das peças	100 mm	100 mm	100 mm	150 mm	100 mm	200 mm
Curvas de 90° (K=0,80)	2	2	2	2	2	2
Válvula de gaveta (K=0,20)	1	1	1	1	1	1
Válvula de Retenção (K=2,50)	1	1	1	1	1	1
Tê saída de lado (K=1,30)	1	1	1	1	1	1
Tê passagem direta (K=0,60)	1	1	1	2	1	2
<b>Número de peças para cada uma das Linhas de Recalque</b>						
	L.R. Vila do Posto	L.R. Vila dos Mineiros Interior	L.R. Vila dos Mineiros Rodovia	L.R. Jureia Rodovia	L.R. Jureia Praia	L.R. Jureia Central
Diâmetro das peças	100 mm	100 mm	100 mm	150 mm	100 mm	200 mm
Curvas de 90° (K=0,80)	2	0	1	1	2	2
Saída de canalização (K=1)	1	1	1	1	1	1
<b>Somatória de K Para Q/2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5,6</b>	<b>0</b>	<b>5,6</b>
<b>Somatória de K para Q</b>	<b>8,8</b>	<b>7,2</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>8,8</b>	<b>3,8</b>

Fonte: Autores

Com base na Tabela que calcula a somatória de K, as tabelas das velocidades para cada uma das elevatórias e também a equação da perda de carga localizada, pode-se proceder para o cálculo de seus valores. Os resultados estão apresentados nas Tabelas 24, 25, 26, 27, 28 e 29.

Tabela 24 - Quadro resumo da perda de carga localizada no sistema da Vila do Posto

<b>EEE Vila do Posto</b>	
Configuração com 1 bomba ativa e Diâmetro da tubulação: 100 mm	
<b>Vazão (L/s)</b>	<b>Perda de Carga Localizada (m)</b>
0,55	0,0022
1,1	0,0088
1,65	0,020
2,2	0,035
2,75	0,055
3,3	0,079

Fonte: Autores

Tabela 25 - Quadro resumo da perda de carga localizada do sistema da Vila dos Mineiros Interior

<b>EEE Vila dos Mineiros Interior</b>	
Configuração com 1 bomba ativa e Diâmetro da tubulação: 100 mm	
<b>Vazão (L/s)</b>	<b>Perda de Carga Localizada (m)</b>
0,55	0,0018
1,1	0,0072
1,65	0,016
2,2	0,029
2,75	0,045
3,3	0,065

Fonte: Autores

Tabela 26 - Quadro resumo das perdas de carga localizada do sistema da Vila dos Mineiros Rodovia

<b>EEE Vila dos Mineiros Rodovia</b>	
Configuração com 1 bomba ativa e Diâmetro da tubulação: 100 mm	
<b>Vazão (L/s)</b>	<b>Perda de Carga Localizada (m)</b>
1,2	0,0095
2,4	0,038
3,6	0,086
4,8	0,15
6	0,24
7,2	0,34

Fonte: Autores

Tabela 27 - Quadro resumo de perda de carga localizada do sistema da Jureia Rodovia.

<b>EEE Jureia Rodovia</b>				
Configuração com 1 bomba ativa e Diâmetro da tubulação: 150 mm				
<b>Vazão (L/s)</b>		<b>Perda de carga Localizada (m)</b>		<b>Total (m)</b>
<b>1 Bomba</b>	<b>2 Bombas</b>	<b>1 Bomba</b>	<b>2 Bombas</b>	
1,75	3,5	0,0028	0,0060	0,0088
3,5	7	0,011	0,024	0,035
5,25	10,5	0,025	0,054	0,079
7	14	0,045	0,096	0,14
8,75	17,5	0,070	0,15	0,22
10,5	21	0,10	0,22	0,32

Fonte: Autores

Tabela 28 - Quadro resumo de perda de carga localizada do sistema da Jureia Praia.

<b>EEE Jureia Praia</b>	
Configuração com 1 bomba ativa e Diâmetro da tubulação: 100 mm	
<b>Vazão (L/s)</b>	<b>Perda de Carga Localizada (m)</b>
0,75	0,0041
1,5	0,016
2,25	0,037
3	0,065
3,75	0,10
4,5	0,15

Fonte: Autores

Tabela 29 - Quadro resumo da perda de carga localizada.

<b>EEE Jureia Central</b>				
Configuração com 1 bomba ativa e Diâmetro da tubulação: 200 mm				
<b>Vazão (L/s)</b>		<b>Perda de carga Localizada (m)</b>		<b>Total (m)</b>
<b>1 Bomba</b>	<b>2 Bombas</b>	<b>1 Bomba</b>	<b>2 Bombas</b>	
3,7	7,4	0,0040	0,011	0,014
7,4	14,8	0,016	0,043	0,059
11,1	22,2	0,036	0,097	0,13
14,8	29,6	0,063	0,17	0,23
18,5	37	0,099	0,27	0,37
22,2	44,4	0,14	0,39	0,53

Fonte: Autores

## 8.2. Perdas de carga distribuídas

Para o cálculo da perda de carga distribuída, por sua vez, foi utilizada a Equação de Hazen-Williams, apresentada por meio das Equações 7 e 8. Apesar Fórmula Universal, a princípio, apresentar resultados mais precisos tem-se que a Equação de Hazen-Williams, além de ser amplamente utilizada no mercado de trabalho, apresenta precisão suficiente para os cálculos que se propõe. Ademais, existem outras fontes de imprecisão como a rugosidade do tubo ou a viscosidade do fluido que são ignoradas. Nesse sentido, seria interessante em uma etapa posterior verificar as perdas de carga distribuída considerando uma tubulação envelhecida com um coeficiente de rugosidade = 130.

$$j = \frac{10,67 * Q^{1,852}}{C^{1,852} * d^{4,8704}} \quad (7)$$

Onde:

$$j = \text{perda de carga unitária } \left(\frac{m}{m}\right)$$

$$Q = \text{vazão } \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

$$C = \text{Coeficiente de Rugosidade} = 140 \text{ para PEAD}$$

$$d = \text{Diâmetro interno da tubulação (m)}$$

Também deve-se notar que:

$$h_f = j * L \quad (8)$$

Onde:

$$h_f = \text{perda de carga distribuída}$$

$$L = \text{extensão da tubulação}$$

Assim sendo pode-se apresentar as Tabelas 30, 31, 32, 33, 34, 35 com os cálculos das perdas de carga distribuídas para cada uma das elevatórias.

Tabela 30 - Quadro contendo a perda de carga distribuída da Linha de Recalque da Vila do Posto.

<b>Vila do Posto</b>		
<b>Perda de Carga Distribuída</b>		
C de Hazen-Williams		140
<b>Vazão</b>	<b>J</b>	<b>Hf</b>
(L/s)	(m/m)	(m)
0	0	0
0,55	0,000079	0,055
1,1	0,00028	0,20
1,65	0,00060	0,42
2,2	0,0010	0,71
2,75	0,0015	1,08
3,3	0,0022	1,51

Fonte: Autores

Tabela 31 - Quadro contendo a perda de carga distribuída da L.R. Vila dos Mineiros Interior.

<b>Vila dos Mineiros Interior</b>		
<b>Perda de Carga Distribuída</b>		
C de Hazen-Williams		140
<b>Vazão</b>	<b>J</b>	<b>Hf</b>
(L/s)	(m/m)	(m)
0	0	0
0,55	0,000079	0,025
1,1	0,00029	0,089
1,65	0,00060	0,19
2,2	0,0010	0,32
2,75	0,0015	0,49
3,3	0,0022	0,68

Fonte: Autores

Tabela 32 - Quadro contendo a perda de carga distribuída da Linha de Recalque da Vila dos Mineiros Rodovia.

<b>Vila dos Mineiros Rodovia</b>		
<b>Perda de Carga Distribuída</b>		
C de Hazen-Williams		140
<b>Vazão</b>	<b>J</b>	<b>Hf</b>
(L/s)	(m/m)	(m)
0	0	0
1,2	0,00033	0,32
2,4	0,0012	1,16
3,6	0,0025	2,45
4,8	0,0043	4,17
6	0,0065	6,29
7,2	0,0091	8,82

Fonte: Autores

Tabela 33 - Quadro contendo a perda de carga distribuída da Linha de Recalque da Jureia Rodovia.

<b>Jureia Rodovia</b>		
<b>Perda de Carga Distribuída</b>		
C de Hazen-Williams		140
<b>Vazão</b>	<b>J</b>	<b>Hf</b>
(L/s)	(m/m)	(m)
0	0	0
3,5	0,00033	0,34
7	0,0012	1,22
10,5	0,0026	2,59
14	0,0044	4,40
17,5	0,0066	6,65
21	0,0092	9,32

Fonte: Autores

Tabela 34 - Quadro contendo a perda de carga distribuída da Linha de Recalque da Jureia Praia.

<b>Jureia Praia</b>		
<b>Perda de Carga Distribuída</b>		
C de Hazen-Williams		140
<b>Vazão</b>	<b>J</b>	<b>Hf</b>
(L/s)	(m/m)	(m)
0	0	0
0,75	0,00014	0,098
1,5	0,00050	0,35
2,25	0,0010	0,75
3	0,0018	1,27
3,75	0,0027	1,93
4,5	0,0038	2,70

Fonte: Autores

Tabela 35 - Quadro contendo a perda de carga distribuída da Linha de Recalque da Jureia Central.

<b>Jureia Central</b>		
<b>Perda de Carga Distribuída</b>		
C de Hazen-Williams		140
<b>Vazão</b>	<b>J</b>	<b>Hf</b>
(L/s)	(m/m)	(m)
0	0	0
7,4	0,00033	0,41
14,8	0,0012	1,50
22,2	0,0025	3,16
29,6	0,0043	5,38
37	0,0065	8,14
44,4	0,0091	11,40

Fonte: Autores

### 8.3. Curvas do sistema

Diante do exposto, cabe apresentar o quadro resumo das perdas, bem como as alturas manométricas totais máximas e mínimas para cada uma das elevatórias.

#### 8.3.1. EEE Vila do Posto

É possível visualizar a Tabela 36, com os valores de perda de carga localizada, distribuída e total, a Tabela 37 com as alturas geométricas mínimas e máximas e as alturas manométricas mínimas e máximas para cada uma das vazões, e também o Gráfico 3, conhecido como curva do sistema. A Figura 55, por sua vez, busca exibir a localização pensada para a implantação da elevatória.

Figura 55 - Registro fotográfico da localização considerada da EEE Vila do Posto



Fonte: Autores

Tabela 36 - Quadro resumo das perdas de carga localizada, distribuída e total da Vila do Posto.

<b>Perdas de carga</b>			
<b>Vazão</b>	<b>Perda de Carga localizada</b>	<b>Perda de Carga distribuída</b>	<b>Total</b>
(l/s)	(m)	(m)	(m)
0	0	0	0
0,55	0,0022	0,055	0,058
1,1	0,0088	0,20	0,21
1,65	0,020	0,42	0,44
2,2	0,036	0,71	0,75
2,75	0,055	1,08	1,13
3,3	0,080	1,51	1,59

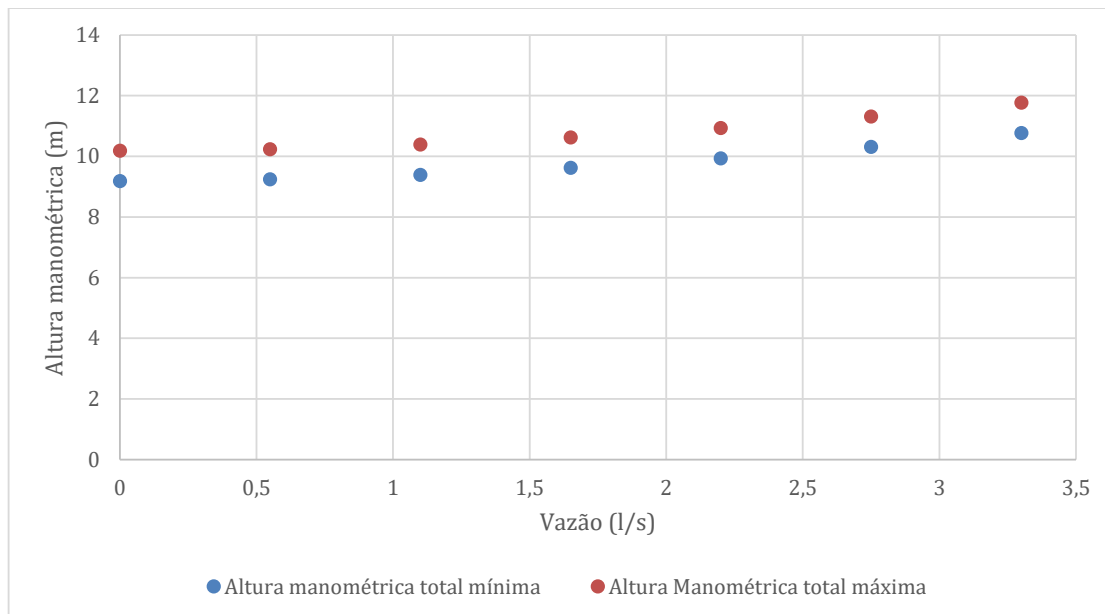
Fonte: Autores

Tabela 37 - Quadro resumo da perda de carga e das alturas geométricas e manométricas totais mínimas e máximas da Vila do Posto

<b>Vazão (l/s)</b>	<b>Altura geométrica (m)</b>		<b>Perda de Carga (m)</b>	<b>Altura Manométrica Total (m)</b>	
	<b>Mínima</b>	<b>Máxima</b>		<b>Mínima</b>	<b>Máxima</b>
0	9,182	10,182	0	9,182	10,182
0,55	9,182	10,182	0,057	9,239	10,239
1,1	9,182	10,182	0,207	9,389	10,389
1,65	9,182	10,182	0,439	9,621	10,621
2,2	9,182	10,182	0,749	9,931	10,931
2,75	9,182	10,182	1,133	10,315	11,315
3,3	9,182	10,182	1,59	10,772	11,772

Fonte: Autores

Gráfico 3 - Curva do sistema da Vila do Posto.



Fonte: Autores

### 8.3.2. EEE Vila dos Mineiros Interior

O mesmo realizado para a Estação Elevatória da Vila do Posto, foi realizado para a Estação Elevatória da Vila dos Mineiros localizada no interior. Sendo assim, é possível visualizar as Tabelas 38 e 39 com informações do arranjo hidráulico e o Gráfico 4, conhecido como curva do sistema. A Figura 56, exibe um possível local para a implantação da elevatória em questão.

Figura 56 - Registro fotográfico da localização considerada para a EEE Vila dos Mineiros Interior



Fonte: Autores

Tabela 38 - Quadro resumo das perdas de carga localizada, distribuída e total do sistema da Vila dos Mineiros Interior

Perdas de carga			
Vazão	Perda de Carga localizada	Perda de Carga distribuída	Total
(l/s)	(m)	(m)	(m)
0	0	0	0
0,55	0,0018	0,025	0,026
1,1	0,0071	0,089	0,096
1,65	0,016	0,19	0,20
2,2	0,029	0,32	0,35
2,75	0,045	0,49	0,53
3,3	0,065	0,68	0,75

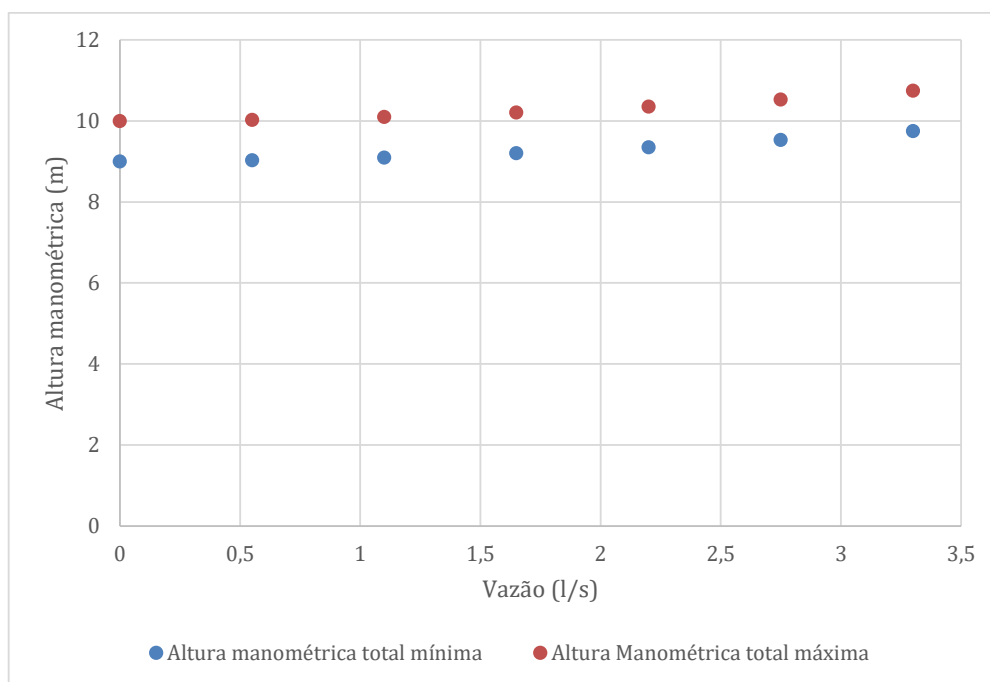
Fonte: Autores

Tabela 39 - Quadro com as alturas geométrica e manométricas totais mínimas e máximas.

Vazão (l/s)	Altura geométrica (m)		Perda de Carga (m)	Altura Manométrica Total (m)	
	Mínima	Máxima		Mínima	Máxima
0	9	10	0	9	10
0,55	9	10	0,027	9,027	10,027
1,1	9	10	0,097	9,097	10,097
1,65	9	10	0,205	9,205	10,205
2,2	9	10	0,351	9,351	10,351
2,75	9	10	0,532	9,532	10,532
3,3	9	10	0,747	9,747	10,747

Fonte: Autores

Gráfico 4 - Curva do sistema da Vila dos Mineiros Interior



Fonte: Autores

### 8.3.3. EEE Vila dos Mineiros Rodovia

De maneira análoga, foi realizado um procedimento semelhante para a EEE da Vila dos Mineiros localizada na Rodovia conforme pode ser visualizado nas Tabelas 40 e 41 e também na curva do sistema representada no Gráfico 5. A Figura 57, por sua vez, busca apresentar a localização aproximada da EEE Vila dos Mineiros Rodovia.

Figura 57 - Registro fotográfico da localização aproximada da EEE Vila dos Mineiros Rodovia.



Fonte: Autores

Tabela 40 - Quadro contendo as perdas de carga localizada, distribuída e total do sistema da Vila dos Mineiros Rodovia

Perdas de carga			
Vazão	Perda de Carga localizada	Perda de Carga distribuída	Total
(l/s)	(m)	(m)	(m)
0	0	0	0
1,2	0,0095	0,321	0,33
2,4	0,038	1,16	1,19
3,6	0,086	2,45	2,53
4,8	0,15	4,17	4,32
6	0,24	6,30	6,54
7,2	0,34	8,82	9,16

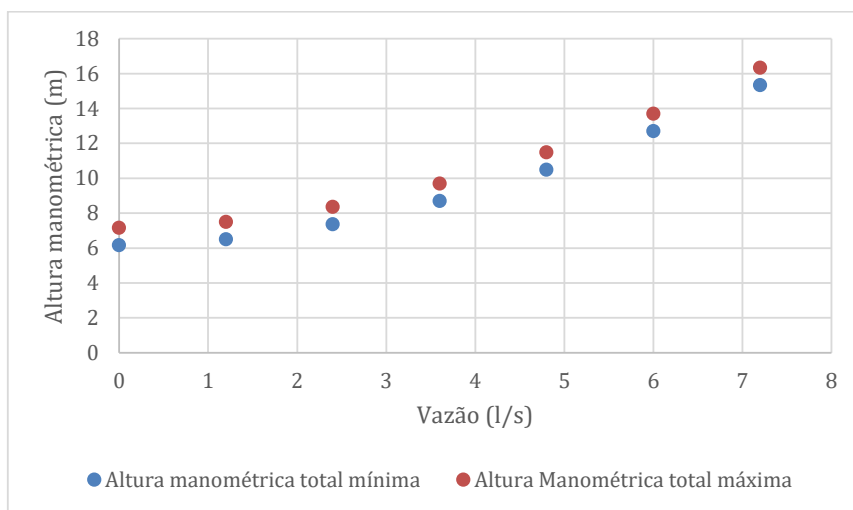
Fonte: Autores

Tabela 41 - Quadro com as alturas geométrica e manométricas totais mínimas e máximas da EEE Vila dos Mineiros Rodovia

Vazão (l/s)	Altura geométrica (m)		Perda de Carga (m)	Altura Manométrica Total (m)	
	Mínima	Máxima		Mínima	Máxima
0	6,182	7,182	0	6,182	7,182
1,2	6,182	7,182	0,33	6,512	7,512
2,4	6,182	7,182	1,194	7,376	8,376
3,6	6,182	7,182	2,533	8,715	9,715
4,8	6,182	7,182	4,319	10,501	11,501
6	6,182	7,182	6,535	12,717	13,717
7,2	6,182	7,182	9,165	15,347	16,347

Fonte: Autores

Gráfico 5 - Curva do sistema da Vila dos Mineiros Rodovia



Fonte: Autores

#### 8.3.4. EEE Jureia Rodovia

Os mesmos procedimentos foram realizados para a elevatória da Jureia locada na Rodovia e as Tabelas 42 e 43, que exibem, respectivamente, as perdas de carga localizada, distribuída e total e as altura geométrica e manométrica mínimas e máximas bem como o Gráfico 6, descrevem a operação da elevatória. A Figura 58, por sua vez, exibe uma imagem com a localização da estação elevatória.

Figura 58 - Registro fotográfico da localização aproximada da EEE Jureia Rodovia.



Fonte: Autores

Tabela 42 - Perdas de carga localizada, distribuída e total do sistema da Jureia Rodovia.

Perdas de carga			
Vazão	Perda de Carga localizada	Perda de Carga distribuída	Total
(l/s)	(m)	(m)	(m)
0	0	0	0
3,5	0,0090	0,34	0,35
7	0,035	1,22	1,26
10,5	0,079	2,59	2,67
14	0,140	4,40	4,54
17,5	0,22	6,65	6,87
21	0,32	9,32	9,64

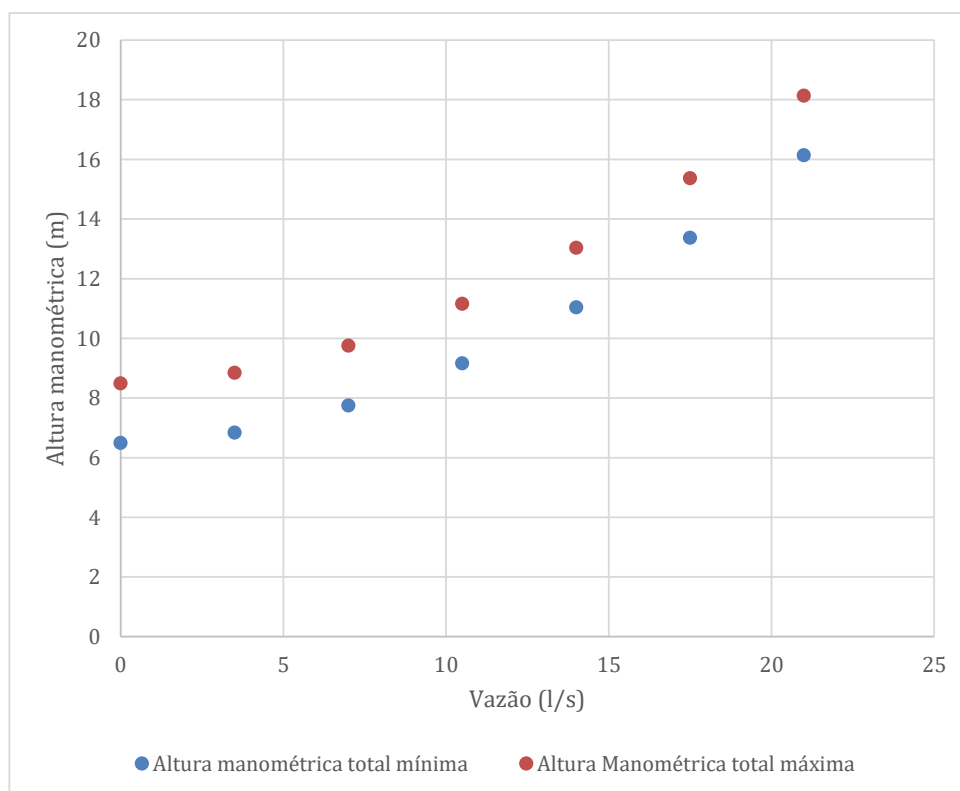
Fonte: Autores

Tabela 43 - Quadro com as alturas geométrica e manométricas totais mínimas e máximas da Jureia Rodovia

Vazão (l/s)	Altura geométrica (m)		Perda de Carga (m)	Altura Manométrica Total (m)	
	Mínima	Máxima		Mínima	Máxima
0	6,5	8,5	0	6,5	8,5
3,5	6,5	8,5	0,348	6,848	8,848
7	6,5	8,5	1,257	7,757	9,757
10,5	6,5	8,5	2,666	9,166	11,166
14	6,5	8,5	4,545	11,045	13,045
17,5	6,5	8,5	6,875	13,375	15,375
21	6,5	8,5	9,642	16,142	18,142

Fonte: Autores

Gráfico 6 - Curva do sistema da Jureia Rodovia.



Fonte: Autores

### 8.3.5. EEE Jureia Praia

De maneira semelhante é possível visualizar a Tabela 44, com os valores de perda de carga localizada, distribuída e total, a Tabela 45 com as alturas geométricas mínimas e máximas e as alturas manométricas mínimas e máximas para cada uma das vazões e também o Gráfico 7, conhecido como curva do sistema. A Figura 59, por meio de uma fotografia, busca apresentar o local da elevatória próxima à praia.

Figura 59 - Localização aproximada da EEE Jureia Praia.



Fonte: Autores

Tabela 44 - Perdas de carga localizada, distribuída e total do sistema da Jureia Praia.

Perdas de carga			
Vazão	Perda de Carga localizada	Perda de Carga distribuída	Total
(l/s)	(m)	(m)	(m)
0	0	0	0
0,75	0,0041	0,098	0,10
1,5	0,016	0,35	0,37
2,25	0,037	0,75	0,78
3	0,065	1,27	1,34
3,75	0,10	1,93	2,03
4,5	0,15	2,70	2,85

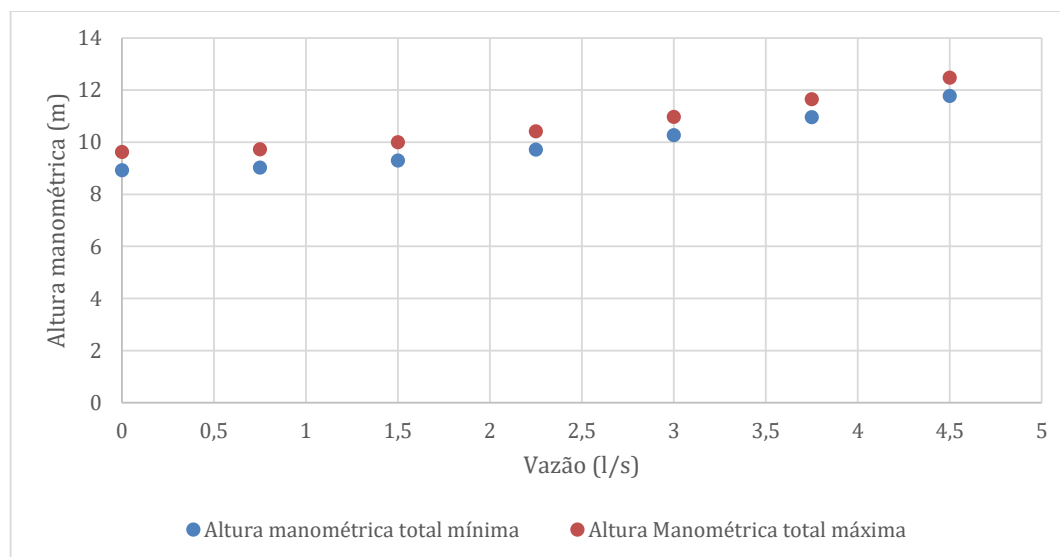
Fonte: Autores

Tabela 45 - Quadro com as alturas geométrica e manométricas totais mínimas e máximas da Jureia Praia.

Vazão (l/s)	Altura geométrica (m)		Perda de Carga (m)	Altura Manométrica Total (m)	
	Mínima	Máxima		Mínima	Máxima
0	8,93	9,63	0	8,93	9,63
0,75	8,93	9,63	0,102	9,032	9,732
1,5	8,93	9,63	0,37	9,3	10
2,25	8,93	9,63	0,785	9,715	10,415
3	8,93	9,63	1,34	10,27	10,97
3,75	8,93	9,63	2,028	10,958	11,658
4,5	8,93	9,63	2,846	11,776	12,476

Fonte: Autores

Gráfico 7 - Curva do sistema da Jureia Central



Fonte: Autores

### 8.3.6. EEE Jureia Central

Por fim, a elevatória da Jureia Central tem seus principais atributos representados por meio da Tabela 46, com os valores de perda de Carga localizada, distribuída e total, da Tabela 47 com as alturas geométricas mínimas e máximas e as alturas manométricas mínimas e máximas para cada uma das vazões e também por meio do Gráfico 8, conhecido como curva do sistema. A Figura 60, então, busca apresentar a localização a EEE Jureia Central por meio de uma fotografia panorâmica.

Figura 60 - Vista panorâmica com foco na localização da EEE Jureia Central



Fonte: Autores

Tabela 46 - Perdas de carga localizada, distribuída e total do sistema da Jureia Praia

Perdas de carga			
Vazão	Perda de Carga localizada	Perda de Carga distribuída	Total
(l/s)	(m)	(m)	(m)
0	0	0	0
7,4	0,015	0,41	0,43
14,8	0,059	1,49	1,55
22,2	0,13	3,16	3,29
29,6	0,23	5,38	5,62
37	0,37	8,14	8,50
44,4	0,53	11,40	11,9

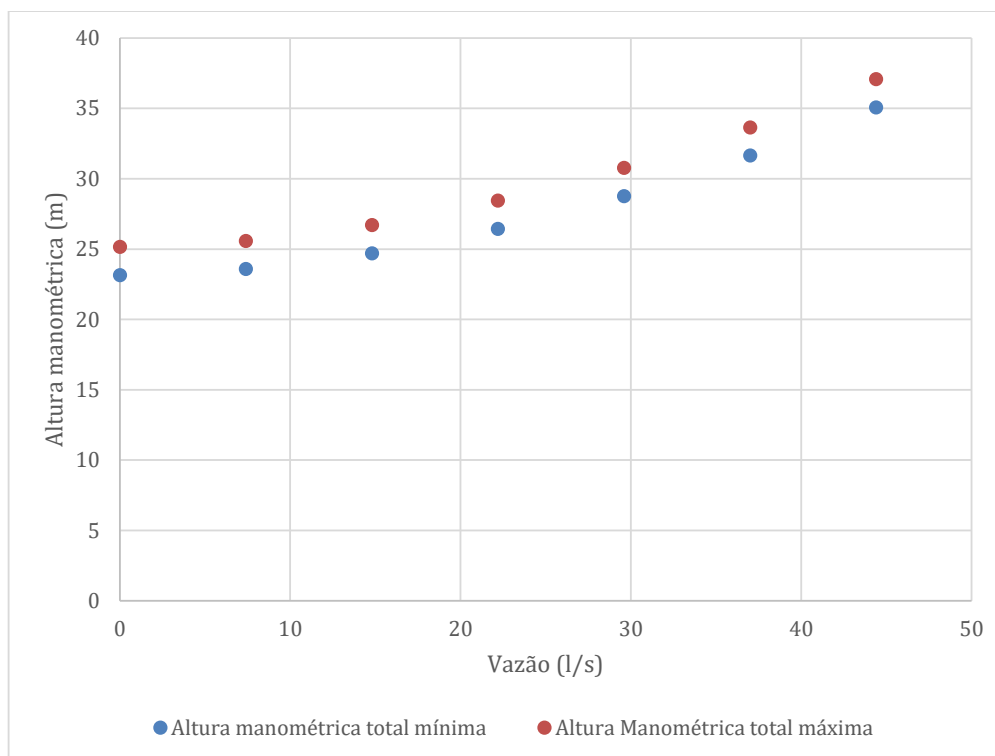
Fonte: Autores

Tabela 47 - Quadro com as alturas geométrica e manométricas totais mínimas e máximas da Jureia Central.

Vazão (l/s)	Altura geométrica (m)		Perda de Carga (m)	Altura Manométrica Total (m)	
	Mínima	Máxima		Mínima	Máxima
0	23,15	25,15	0	23,15	25,15
7,4	23,15	25,15	0,429	23,579	25,579
14,8	23,15	25,15	1,552	24,702	26,702
22,2	23,15	25,15	3,294	26,444	28,444
29,6	23,15	25,15	5,619	28,769	30,769
37	23,15	25,15	8,503	31,653	33,653
44,4	23,15	25,15	11,929	35,079	37,079

Fonte: Autores

Gráfico 8 - Curva do sistema relacionado à EEE Jureia Central.



Fonte: Autores

#### 8.4. Escolha das bombas

A escolha das bombas, por sua vez, se deu com o auxílio da aplicação Xylect, desenvolvida pela empresa de bombas Xylem, que detém uma série de marcas, entre elas a tradicional marca Flygt.

Nessa aplicação, era necessário informar o tipo de bomba, que no caso foi dado preferência para bombas submersíveis por conta de sua praticidade para elevatórias de pequeno porte, a altura geométrica e também a altura manométrica total. Nesses dois últimos casos, foram informados os valores máximos já que a bomba deve ser capaz de operar nas piores condições que o sistema pode atingir.

Dessa forma, na Tabela 48, é possível visualizar as bombas escolhidas para cada uma das elevatórias bem como o rendimento na situação de operação.

Tabela 48 - Quadro contendo o modelo de bomba adotado para cada elevatória bem como o respectivo rendimento.

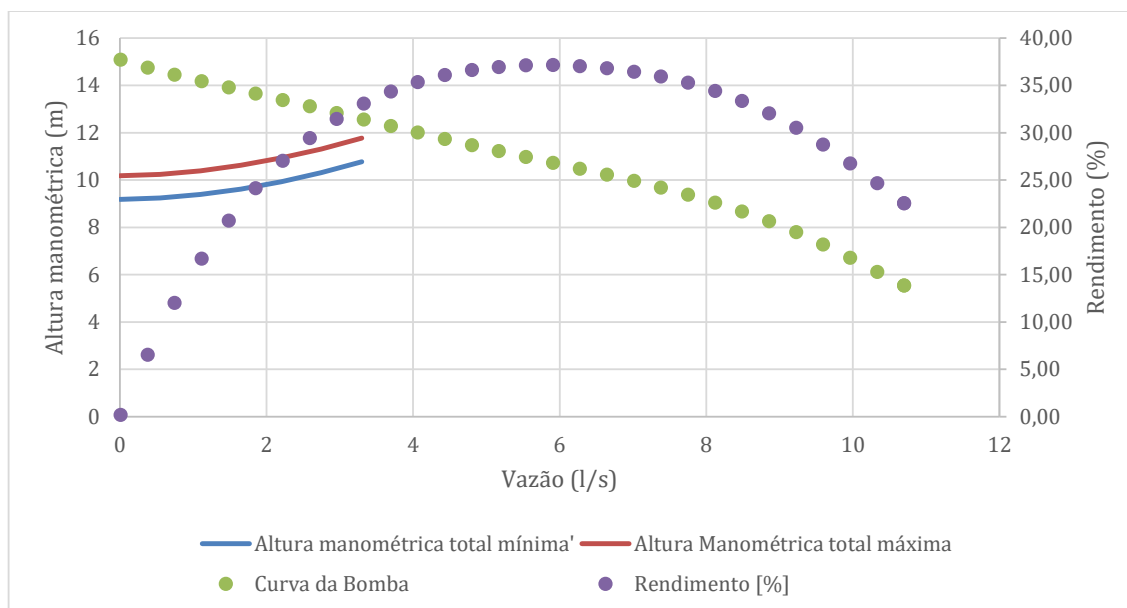
<b>Estação Elevatória</b>	<b>Sistema adotado</b>	<b>Modelo adotado</b>	<b>Rendimento (%)</b>
EEE Vila do Posto	1+1	DP 3060 LT 3~ 274	34,8
EEE Vila dos Mineiros Interior	1+1	DP 3060 LT 3~ 274	38,5
EEE Vila dos Mineiros Rodovia	1+1	NP 3069 SH 3~ Adaptive 272	52,3
EEE Jureia Rodovia	2+1	NP 3127 HT 3~ Adaptive 489	49,7
EEE Jureia Praia	1+1	NP 3127 SH 3~ Adaptive 446	42,2
EEE Jureia Central	2+1	NP 3171 SH 3~ 278	58,4

Fonte: Autores

No mesmo sentido, os Gráficos 9, 10, 11, 12, 13 e 14 são as curvas características de cada um dos sistemas, onde pode-se visualizar a situação de operação de cada uma das bombas.

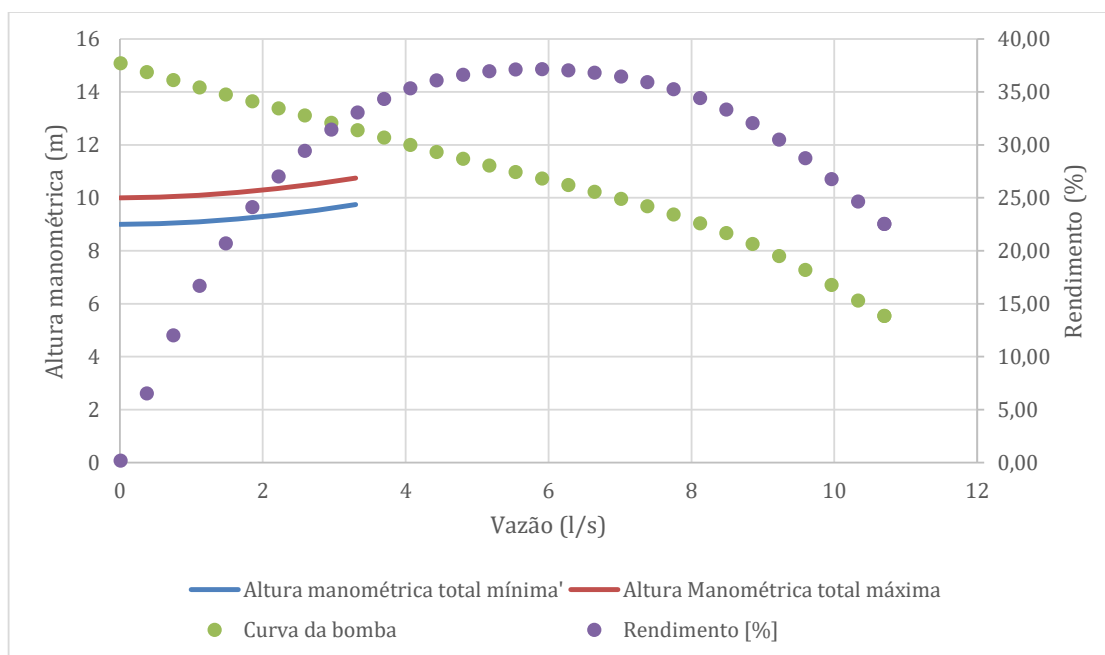
Outro ponto é que Tabela 48 revela baixos rendimentos sobretudo para as bombas das elevatórias de menor porte. É interessante notar, no entanto, que as curvas de rendimento dispostas nos Gráficos 9 e 10 ou seja, referentes às elevatórias de menor porte, também mostram rendimentos relativamente baixos mesmo em situações tidas como ideais de operação. Sendo assim, é possível levantar uma hipótese de que bombas menores, ao menos dos modelos escolhidos, tendem a ter um rendimento inferior se comparadas às bombas maiores. Isso porque, vê-se que, no caso da bomba Flygt DP 3060 LT 3~274, por exemplo, o rendimento máximo de é de cerca de 37%, não muito diferente dos 34,8% determinados para a situação de operação.

Gráfico 9 - Ponto de operação da bomba escolhida para a EEE Vila do Posto.



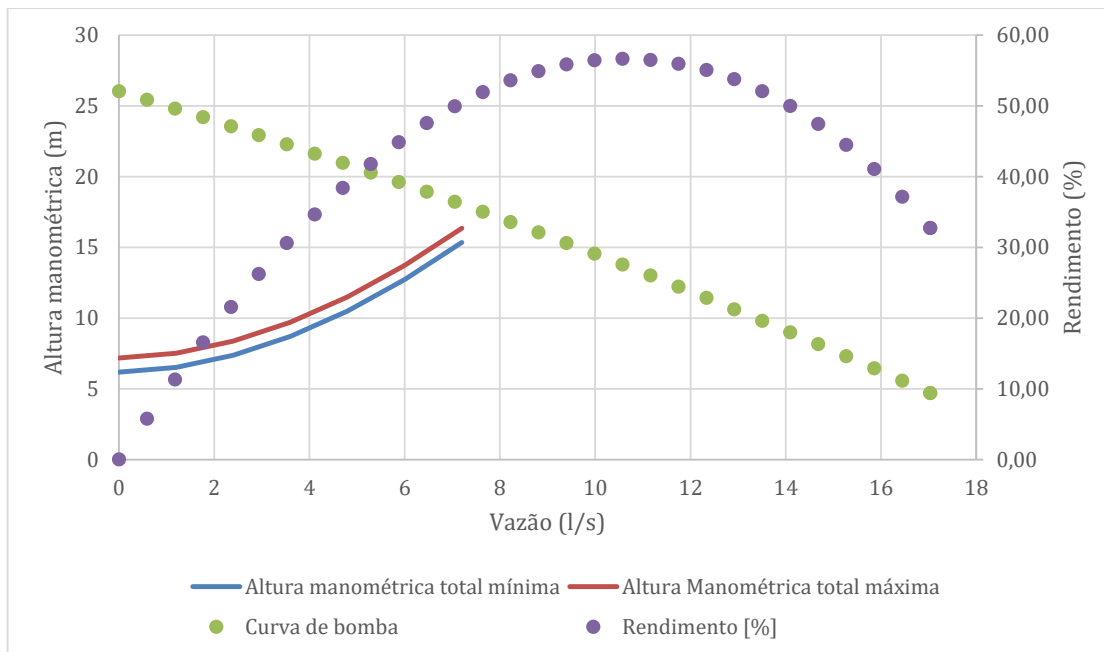
Fonte: Autores

Gráfico 10 - Ponto de operação da bomba escolhida para a EEE Vila dos Mineiros Interior.



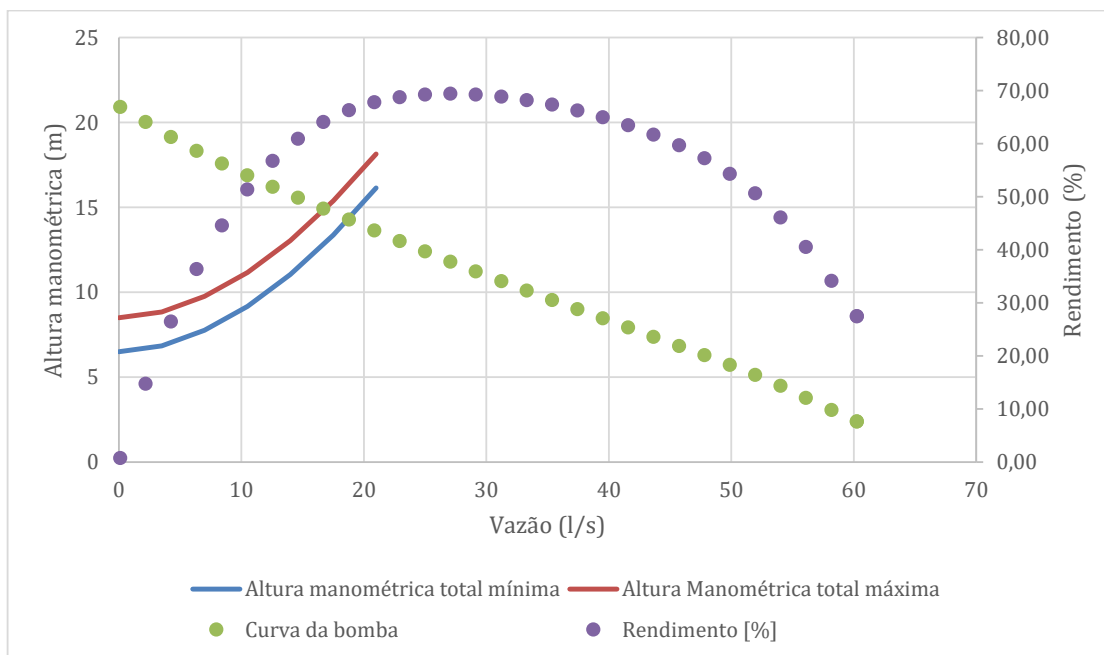
Fonte: Autores

Gráfico 11 - Ponto de operação da bomba escolhida para a EEE Vila dos Mineiros Rodovia.



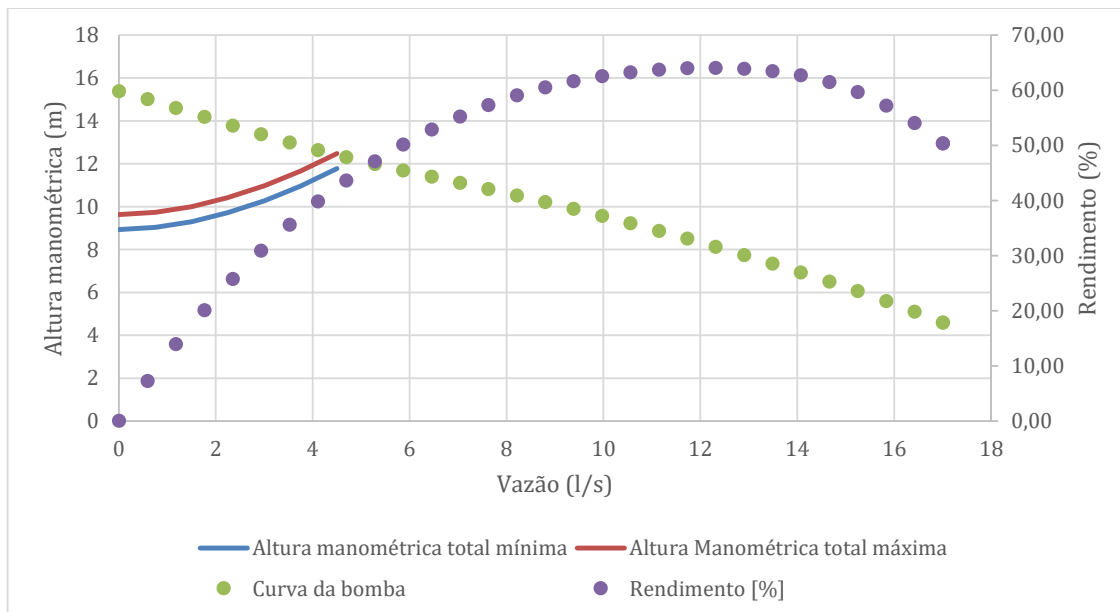
Fonte: Autores

Gráfico 12 - Ponto de operação da bomba escolhida para a EEE Jureia Rodovia



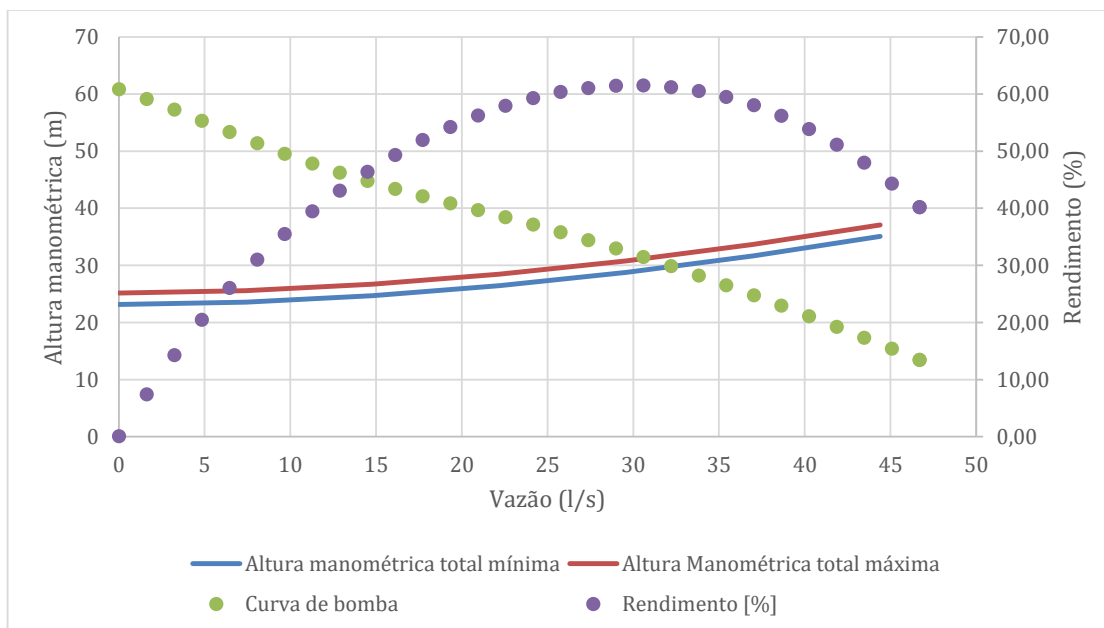
Fonte: Autores

Gráfico 13 - Ponto de operação da bomba escolhida para a EEE Jureia Praia.



Fonte: Autores

Gráfico 14 - Ponto de operação da bomba escolhida para a EEE Jureia Central.



Fonte: Autores

## 8.5. Dimensionamento do poço de sucção

### 8.5.1. Volume útil

Para o cálculo do volume útil dos poços de sucção é importante definir um tempo de ciclo. Esse tempo deve estar de acordo com o proposto pela Tabela 49 e varia conforme a potência da bomba.

Tabela 49 - Tempo de ciclo determinado para bombas de diversas potências.

Autor	Potência do Motor	Tempo de ciclo
Sabesp	< 300 cv	10 minutos
	> 300 cv	consultar os fabricantes

Fonte: TSUTIYA, M. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário** (2011)

Também se adotou a Equação 9 para o cálculo do volume útil nos casos de uma bomba em operação e outra na reserva e a Equação 10 para o cálculo do volume útil nos casos de duas bombas em operação e outra na reserva.

$$V = \frac{Q * T}{4} \quad (9)$$

$$V = \frac{Q * T}{8} \quad (10)$$

Onde:

$$V = \text{Volume Mínimo (L)}$$

$$Q = \text{Capacidade da bomba } \left(\frac{L}{s}\right)$$

$$T = \text{tempo de ciclo (s)}$$

Dessa forma a, adotando o tempo de ciclo de 10 minutos como a norma da Sabesp preconiza para a situação estudada, pode-se apresentar a Tabela 50, que resume a situação proposta.

Tabela 50 - Quadro com os volumes úteis das elevatórias projetadas

<b>Estação Elevatória</b>	<b>EEE Vila do Posto</b>	<b>EEE Vila dos Mineiros Interior</b>	<b>EEE Vila dos Mineiros Rodovia</b>	<b>EEE Jureia Rodovia</b>	<b>EEE Jureia Praia</b>	<b>EEE Jureia Central</b>
Capacidade da bomba (L/s)	3,78	4,72	7,96	19,8	4,46	46,11
<b>Volume útil (L)</b>	567	708	1194	1485	669	3458,25

Fonte: Autores

### 8.5.2. Volume projetado

Como último cálculo de volume, resta estabelecer uma geometria do poço, que no caso foi adotado como circular, mantendo o padrão que a Sabesp veio usando nos demais poços da região e descontar os volumes ocupados pelos tubos, pela parede de dissipação e pelas bombas. Dessa forma busca-se verificar se o volume projetado resultante será inferior ao volume útil.

A Tabela 51 resume a situação.

Tabela 51 - Quadro contendo as principais características relacionadas às dimensões das elevatórias.

	<b>EEE Vila do Posto</b>	<b>EEE Vila dos Mineiros Interior</b>	<b>EEE Vila dos Mineiros Rodovia</b>	<b>EEE Jureia Rodovia</b>	<b>EEE Jureia Praia</b>	<b>EEE Jureia Central</b>
Poço Circular - Diâmetro (m)	1	1	1,5	2	1,5	2
Área (m <sup>2</sup> )	0,7854	0,7854	1,7671	3,1416	1,7671	3,1416
Faixa operacional das bombas (m)	1	1	1	2	0,7	2
Volume total projetado (m <sup>3</sup> )	0,7854	0,7854	1,7671	6,2832	1,237	6,2832
Volume ocupado pelos tubos (m <sup>3</sup> )	0,0157	0,0157	0,0157	0,106	0,011	0,1885
Volume Aproximado das bombas (m <sup>3</sup> )	0,1109	0,1109	0,1725	0,315	0,1601	0,75
Volume útil projetado (L)	785,2715	785,2715	1766,9577	6282,7643	1236,8311	6282,2468

Fonte: Autores

### 8.5.3. Verificação do tempo de detenção do esgoto

O tempo de detenção do esgoto no poço de sucção, por sua vez, é calculado pela Equação 11.

$$T_d = \frac{V_e}{Q_m} \quad (11)$$

Onde:

$T_d$  = Tempo de detenção (min.)

$V_e$  = Volume efetivo do poço ( $m^3$ )

$Q_m$  = Vazão média afluyente à elevatória no início de operação ( $\frac{m^3}{min.}$ )

Assim, adotando o nível médio como a média do nível máximo com o nível mínimo, pode-se calcular o volume efetivo e, a partir dele, calcular também o tempo de detenção conforme apresentado na Tabela 52

Tabela 52 - Tempo de detenção das elevatórias projetadas

	<b>EEE Vila do Posto</b>	<b>EEE Vila dos Mineiros Interior</b>	<b>EEE Vila dos Mineiros Rodovia</b>	<b>EEE Jureia Rodovia</b>	<b>EEE Jureia Praia</b>	<b>EEE Jureia Central</b>
Td (min.)	9,442	10,545	11,44	11,348	15,556	5,141

Fonte: Autores

Portanto, o tempo de detenção é inferior a 30 minutos como recomendado pela NBR 12208 de 1992.

#### 8.5.4. Verificação do NPSH

Por fim, cabe apresentar a verificação do NPSH disponível no sistema em relação ao NPSH requerido pelas bombas. Por se tratar de um sistema onde as bombas estão submersas, é improvável o aparecimento de alguma discrepância, no entanto para fins didáticos, cabe apresentar o assunto na forma das Equações 12 e 13.

$$NPSH_d = \pm Z + P_a - P_v - h_f \quad (12)$$

Onde:

$Z$  = altura estática de sucção (m)

$P_a$  = pressão atmosférica local (m)

$P_v$  = pressão de vapor da água à temperatura ambiente (m)

$h_f$  = perdas de carga na tubulação de sucção (m)

$$P_a = (760 - 0,081 * h) * 0,0136 \quad (13)$$

$h$  = altitude no ponto de estudo (m)

Dessa forma, a Tabela 53 apresenta os resultados de NPSH disponível obtidos para cada um dos sistemas em cada uma das situações, ou seja, de nível d'água mínimo e máximo.

Tabela 53 - Memória de cálculo do NPSHd das elevatórias para as dimensões projetadas.

	EEE Vila do Posto	EEE Vila dos Mineiros Interior	EEE Vila dos Mineiros Rodovia	EEE Jureia Rodovia	EEE Jureia Praia	EEE Jureia Central
Cálculo do Z (NAmáx)	1	1	1	2	0,7	2
Cálculo do Z (NAmin)	0	0	0	0	0	0
Cálculo da pressão atmosférica (m)	10,3337968	10,3326952	10,330492	10,3315936	10,3371016	10,3371016
Pressão de vapor @20°C (m)	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Hf (m)	0	0	0	0	0	0
NPSHd para NAmáx	11,09	11,09	11,09	12,09	10,80	12,10
NPSHd para NAmin	10,09	10,09	10,09	10,09	10,09	10,09

Fonte: Autores

Todas as bombas escolhidas, por sua vez, apresentam NPSH requerido abaixo de 6, o que leva a concluir que os sistemas podem operar com folga sem risco de cavitação.

#### **8.5.5. Projeto das Elevatórias**

Por fim, pode-se encontrar o projeto das elevatórias nos Anexos XVI, XVII, XVIII, XIX, XXI. Nos projetos estão evidenciados os principais equipamentos da estação elevatória como o poço, as bombas, as válvulas de retenção e de gaveta, os tês e também o cesto para retenção de sólidos grosseiros. O cesto foi usado como solução nos projetos das demais elevatórias realizado pela Sabesp e repetido nos projetos do grupo uma vez que é uma das soluções admitidas pela NBR 12208 de 1992 para a remoção de sólidos grosseiros.

## 9. Orçamento das redes coletoras, linhas de recalque e estações elevatórias.

Com base nos projetos das redes coletoras, linhas de recalque e estações elevatórias é possível realizar uma tentativa de orçamento. Ocorre, no entanto, que é bastante difícil obter preços precisos dos equipamentos e estimar itens como, por exemplo, o custo de uma obra civil de uma elevatória. Mesmo assim, buscou-se determinar alguns valores com base em pesquisas e contatos com fornecedores. Cabe apontar também que o esforço de realização do orçamento se deu para os elementos efetivamente projetados pelo grupo, ou seja, àqueles que não constassem no projeto da Sabesp. Isso porque entendeu-se que seria mais interessante orçar algo que ainda tivesse sido construído ou sequer licitado.

### 9.1. Orçamento das redes coletoras

Para a realização do orçamento das redes coletoras os itens presentes nas Tabelas 54, 55, e 56, com os respectivos valores unitários foram considerados no cálculo do custo.

Tabela 54 - Custo aproximado de materiais utilizados nas redes coletoras de esgoto.

Descrição	Custo Unitário	Unidade
Tubo coletor de esgoto de PVC ø150 Tigre JEI	R\$53,00	R\$/m
Tubo coletor de esgoto de PVC ø200 Tigre JEI	R\$84,00	R\$/m
Tubo coletor de esgoto de PVC ø250 Tigre JEI	R\$142,00	R\$/m
Curva PVC 90° diam. 150 mm	R\$32,00	R\$/um.
Tampão PVC diam. 150 mm	R\$10,59	R\$/un
Poço de Visita	R\$920,30	R\$/un
Poço de Visita com tubo de queda	R\$920,37	R\$/un
Poço de Inspeção	R\$500,00	R\$/un

Fonte: Autores

Tabela 55 - Custo aproximado de serviços relacionados ao assentamento dos tubos e o escoramento da rede.

Descrição	Custo Unitário	Unidade
Assentamento dos tubos coletores	R\$10,00	R\$/m²
Escoramento contínuo de madeira	R\$30,40	R\$/m²
Escoramento especial	R\$22,24	R\$/m²
Escoramento Metálico e Madeira	R\$51,61	R\$/m²
Escoramento Pontalete	R\$2,78	R\$/m²
Sem escoramento	R\$10,59	R\$/m²

Fonte: Autores

Tabela 56 - Custo aproximado das movimentações de terra.

<b>Descrição</b>	<b>Custo da escavação</b>	<b>Custo do reaterro</b>	<b>Unidade</b>
Escavação de 0 a 2 de profundidade	R\$7,53	R\$10,48	R\$/m <sup>3</sup>
Escavação acima de 2m de profundidade	R\$9,16	R\$10,48	R\$/m <sup>3</sup>

Fonte: Autores

Os custos dos materiais foram levantados, em sua maioria, a partir do fornecedor Loja Merc que conta com um inventário de produtos de PVC voltados para redes de esgoto. Itens mais específicos como os PVs e os PIs tiveram seu preço obtido a partir de uma lista de 2011 do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Na lista constatou-se que o preço do PV variava conforme a profundidade do mesmo, então buscou-se um valor para o PV de 1 m de profundidade que é aquele que o CEsg 2001 utiliza para estimar o orçamento. Assim sendo, caso o PV calculado pelo CEsg 2001 tenha 2 m de profundidade ele custaria duas vezes o PV de 1 m de profundidade

Os custos de serviços relacionados ao assentamento dos tubos e o escoramento de rede são, sem dúvida, os mais imprecisos, já que foram estimados apenas com base em um trabalho de conclusão de curso de Juliano Cabral Ferrari. Trabalho esse que apresentava um estudo sobre os custos de uma obra de rede de esgoto sanitário.

A mesma tese apresentava os custos de escavação e reaterro adotados pelo trabalho, no entanto esses custos pareceram mais precisos pois puderam ser confirmados por outras fontes como uma tabela de custos unitários para obras e serviços de engenharia da Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa).

Dessa forma, pode-se apresentar a Tabela 57 que resume os custos relacionados às construções das 3 redes de esgoto projetadas.

Tabela 57 - Custos com materiais e construções estimados para as 3 redes.

<b>Rede</b>	<b>Descrição</b>	<b>Custo (R\$)</b>
Vila do Posto	Custos com materiais, escoramento e serviços gerais	R\$59.232,73
Vila do Posto	Custos com escavações	R\$7.869,34
Vila do Posto	Custo Total	R\$67.102,07
Vila dos Mineiros	Custos com materiais, escoramento e serviços gerais	R\$306.457,92
Vila dos Mineiros	Custos com escavações	R\$26.049,40
Vila dos Mineiros	Custo Total	R\$332.507,32
Jureia	Custos com materiais, escoramento e serviços gerais	R\$2.817.344,60
Jureia	Custos com escavações	R\$692.332,78
Jureia	Custo Total	R\$3.509.677,38
	<b>Total para as 3 redes</b>	<b>R\$3.909.286,78</b>

Fonte: Autores

## 9.2. Orçamento das linhas de recalque

Para o cálculo da linha de recalque, por sua vez, os itens presentes na Tabela 58 foram considerados, com seus respectivos custos.

Tabela 58 - Custos dos materiais utilizados para as linhas de recalque.

<b>Descrição</b>	<b>Custo Unitário</b>	<b>Unidade</b>
Tubo PEAD 100mm	R\$25,00	R\$/m
Tubo PEAD 150 mm	R\$51,00	R\$/m
Tubo PEAD 200mm	R\$81,00	R\$/m
Curva 90° PEAD 100mm	R\$140,00	R\$/un
Curva 90° PEAD 150mm	R\$240,00	R\$/un
Curva 90° PEAD 200mm	R\$430,00	R\$/un

Fonte: Autores

Em termos de serviços e escavações os valores considerados estão representados nas Tabelas 59 e 60.

Tabela 59 - Custo do serviço considerado para o assentamento dos tubos.

<b>Descrição</b>	<b>Custo Unitário</b>	<b>Unidade</b>
Assentamento dos tubos coletores	R\$10,00	R\$/m²

Fonte: Autores

Tabela 60 - Custo estimado da escavação e reaterro.

<b>Descrição</b>	<b>Custo da escavação</b>	<b>Custo do reaterro</b>	<b>Unidade</b>
Escavação de 0 a 2 de profundidade	R\$7,53	R\$10,48	R\$/m <sup>3</sup>
Escavação acima de 2m de profundidade	R\$9,16	R\$10,48	R\$/m <sup>3</sup>

Fonte: Autores

Dessa vez, os custos dos materiais foram levantados junto à empresa FGS Brasil e foram cotadas tubulações em PEAD, sujeita à termofusão e de classe de pressão PN4. Os custos do serviço de assentamento dos tubos coletores e de escavação foram estimados com base na dissertação de Ferrari e também na tabela da Compesa.

Assim sendo, na Tabela 61, apresenta-se os custos totais estimados para cada uma das linhas de recalque. Cabe apontar apenas que, para o dimensionamento do volume escavado, considerou-se a escavação de uma vala de 1 m de largura e 2 metros de profundidade. No Anexo XXXIII pode-se encontrar toda a memória de cálculo para determinação do custo de cada linha.

Tabela 61 - Custo total aproximado de cada uma das Linhas de Recalque.

<b>Linha de Recalque</b>	<b>Custo (R\$)</b>
L.R. Vila do Posto	R\$49.941,71
L.R. Vila dos Mineiros Interior	R\$22.412,93
L.R. Vila dos Mineiros Rodovia	R\$68.755,89
L.R. Jureia Rodovia	R\$93.424,62
L.R. Jureia Praia	R\$50.102,97
L.R. Jureia Central	R\$160.518,56
<b>Custo total</b>	<b>R\$445.156,68</b>

Fonte: Autores

### 9.3. Orçamento das estações elevatórias

Por fim, para o estabelecimento de uma tentativa de orçamento das elevatórias esbarrou-se na dificuldade de se definir um valor para suas obras civis. Dessa forma, estimou-se um valor para toda sua construção, bem como para a escavação que, por ser em geral mais profunda, entendeu-se que não era apropriado utilizar os mesmos valores usados para a rede e para a linha de recalque. Dessa forma excluiu-se dessas estimativas apenas os equipamentos hidráulicos e as bombas, conforme pode ser visualizado no Anexo XXXIV.

Os demais itens utilizados no projeto têm seus valores apresentados na Tabela 63. Cabe apontar que os custos dos tubos e curvas foram levantados junto à FGS Brasil, o custo das

bombas foi levantado junto à Xylem/Flygt. O preço das válvulas foi obtido com a empresa Tauana, os tês, por sua vez, tiveram seu custo estimado com base no preço das curvas sobretudo por conta da dificuldade em encontrar um fornecedor disposto a compartilhar os valores. Por fim, cabe apontar que o custo dos cestos coletores foi estimado em R\$100,00

Tabela 62 - Custo aproximado unitário dos itens utilizados.

<b>Descrição</b>	<b>Custo Unitário</b>	<b>Unidade</b>
Tubo PEAD 100mm	R\$25,00	R\$/m
Tubo PEAD 150 mm	R\$51,00	R\$/m
Tubo PEAD 200mm	R\$81,00	R\$/m
Curva 90° PEAD 100mm	R\$140,00	R\$/un
Curva 90° PEAD 150mm	R\$240,00	R\$/un
Curva 90° PEAD 200mm	R\$430,00	R\$/un
Tê passagem direta 100mm	R\$200,00	R\$/un
Tê saída para o lado 100mm	R\$140,00	R\$/un
Tê passagem direta 150mm	R\$300,00	R\$/un
Tê saída para o lado 150mm	R\$200,00	R\$/un
Tê passagem direta 200mm	R\$400,00	R\$/un
Tê saída para o lado 200mm	R\$300,00	R\$/un
Bomba Flygt DP3060	R\$4.000,00	R\$/un
Bomba Flygt NP3069	R\$5.000,00	R\$/un
Bomba Flygt NP3127	R\$11.000,00	R\$/un
Bomba Flygt NP3171	R\$20.000,00	R\$/un
Valvula de Retenção 100mm (Tauana)	R\$590,00	R\$/un
Valvula de Gaveta 100mm (Tauana)	R\$1.080,00	R\$/un
Valvula de Retenção 150mm (Tauana)	R\$700,00	R\$/un
Valvula de Gaveta 150mm (Tauana)	R\$1.730,00	R\$/un
Valvula de Retenção 200mm (Tauana)	R\$1.000,00	R\$/un
Valvula de Gaveta 200mm (Tauana)	R\$3.000,00	R\$/un
Coletor de sólidos grosseiros	R\$100,00	R\$/un

Fonte: Autores

Sendo assim pode-se apresentar o custo de cada uma das elevatórias conforme descrito no Anexo XXXIV e exposto na Tabela 63.

Tabela 63 - Custo aproximado total de cada uma das elevatórias.

<b>Estação Elevatória</b>	<b>Custo (R\$)</b>
EEE Vila do Posto	R\$22.376,35
EEE Vila dos Mineiros Interior	R\$24.547,04
EEE Vila dos Mineiros Rodovia	R\$26.410,65
EEE Jureia Rodovia	R\$67.050,48
EEE Jureia Praia	R\$38.942,68
EEE Jureia Central	R\$101.091,89
<b>Custo total</b>	<b>R\$280.419,08</b>

Fonte: Autores

#### **9.4. Custo total para a inclusão da Vila do Posto, Vila dos Mineiros e da Praia da Jureia no futuro SES de Barra do Una**

Com base no que foi levantado, estima-se em aproximadamente R\$4.634.862,54 o valor necessário em investimentos para que ocorra a inclusão dos bairros da Vila do Posto, Vila dos Mineiros e da Praia da Jureia no sistema de tratamento previsto pela Sabesp para a praia de Barra do Una e Engenho.

Cabe apontar que esse custo, além de ser estimado, não inclui eventuais mudanças necessárias na ETE Barra do Una, nem mudanças no projeto da rede de coleta e transporte de esgoto de Barra do Una e Engenho.

Sendo assim, a Tabela 64 discerne o custo estimado para cada uma das frentes de trabalho.

Tabela 64 - Custos consolidados estimados para cada uma das frentes de trabalho.

<b>Descrição</b>	<b>Custo (R\$)</b>
Redes de Esgoto	R\$3.909.286,78
Linhas de Recalque	R\$445.156,68
Estações Elevatórias	R\$280.419,08
<b>Custo total</b>	<b>R\$4.634.862,54</b>

Fonte: Autores

## 10. Verificação da Estação Elevatória do Engenho e da Linha de Recalque correspondente.

Com as 6 elevatórias e as 6 linhas de recalque projetadas, um ponto nevrálgico do projeto como um todo passa a ser a avaliação se a EEE do Engenho, na forma como projetada pela Sabesp, comporta o recebimento do esgoto gerado na Jureia. As plantas da EEE do Engenho estão disponíveis nos Anexos XIX e XX e retratam uma elevatória de poço circular com 3,5 metros de diâmetro, duas bombas ativas e uma na reserva, uma faixa de operação de apenas 0,60m e uma profundidade total de 5,9 m. Além disso o projeto inclui um tanque para água de serviço e um tanque pulmão, sendo que esses dois equipamentos não serão objetos de estudo. Outros pontos dignos de nota são o uso de tubulações de 200 mm de diâmetro e a especificação do conjunto motor bomba submersível, como apresentado na Tabela 65.

Tabela 65 - Valores calculados pela Sabesp para escolha do conjunto motor-bomba.

<b>Etapas</b>	<b>Atendimento</b>	<b>Arranjo</b>	<b>Vazão (L/s)</b>	<b>Altura manométrica total (m)</b>
1ª Etapa	Engenho	1+1	20	7,8
2ª Etapa	Engenho e Jureia	2+1	22	25

Fonte: Sabesp

Pela Tabela 65, pode-se concluir que se projetava o atendimento de uma vazão de 22L/s no Engenho assim que o sistema passasse a funcionar e uma vazão de 44L/s a partir da inclusão do bairro da Jureia. Ocorre, no entanto, que a altura manométrica total apresentou um salto considerável da primeira para segunda etapa, motivo suficiente para justificar uma verificação adicional.

Cabe mencionar também que a linha de recalque projetada possui uma extensão de 1092,5 m, e seu diâmetro de projeto é de 250 mm. Por fim, cabe apresentar a Tabela 66 que reúne as principais características geométricas da elevatória, valendo mencionar que os cálculos foram feitos de maneira idêntica ao já apresentado para as demais elevatórias.

Tabela 66 - Características dimensionais da EEE Engenho.

	<b>EEE Engenho</b>
Cota do terreno (m)	3,7
Cota de chegada da tubulação afluyente (m)	-0,6
Cota do NAmáx (m)	-1,2
Cota do NAmin (m)	-1,8
Cota de lançamento (m)	4,75
Altura geométrica mínima (m)	5,95
Altura geométrica máxima (m)	6,55

Apresenta-se, na Tabela 67 os valores de K para o cálculo das perdas de carga localizadas mais adiante.

Tabela 67 - Peças e cálculo do K para a estação elevatória do Engenho e para a linha de recalque do Engenho.

<b>Número de peças para a Elevatória</b>	
	EEE Engenho
Diâmetro das peças	200 mm
Curvas de 90° (K=0,80)	2
Válvula de gaveta (K=0,20)	1
Válvula de Retenção (K=2,50)	1
Tê saída de lado (K=1,30)	1
Tê passagem direta (K=0,60)	2
<b>Número de peças para a Linha de Recalque</b>	
	L.R. Engenho
Diâmetro das peças	250 mm
Curvas de 90° (K=0,80)	4
Saída de canalização (K=1)	1
<b>Somatória de K Para Q/2</b>	<b>5,6</b>
<b>Somatória de K para Q</b>	<b>5,4</b>

Fonte: Autores

Com base nisso e adotando 44 L/s como vazão, é possível repetir os passos realizados anteriormente para o cálculo das perdas de carga localizadas e distribuídas e, por fim, obter as alturas manométricas mínimas e máximas conforme já foi realizado anteriormente. Os cálculos podem ser vistos nas Tabelas 68, 69, 70, 71.

Tabela 68 - Velocidades nas tubulações com os dados de vazão calculados pela Sabesp.

Vazão (L/s)		Velocidade (m/s)	
		Diâmetro: 200 mm	Diâmetro: 250 mm
1 Bomba	2 Bombas	1 Bomba	2 Bombas
3,75	7,5	0,12	0,15
7,5	15	0,24	0,31
11,25	22,5	0,36	0,46
15	30	0,48	0,61
18,75	37,5	0,60	0,76
22,5	45	0,72	0,92

Fonte: Autores

Tabela 69 - Quadro contendo as perdas de carga localizadas para as vazões calculadas pela Sabesp.

Perdas de Carga Localizadas				
Vazão (l/s)		Perda de carga (m)		
		Diâmetro: 200 mm	Diâmetro: 250 mm	Total (m)
1 Bomba	2 Bombas	1 Bomba	2 Bombas	
3,75	7,5	0,0040	0,0064	0,010
7,5	15	0,016	0,026	0,042
11,25	22,5	0,037	0,058	0,094
15	30	0,065	0,10	0,17
18,75	37,5	0,10	0,16	0,26
22,5	45	0,15	0,23	0,38

Fonte: Autores

Tabela 70 - Perdas de carga distribuídas ao longo da linha de recalque do Engenho.

Perdas de Carga Distribuídas		
K	140	(Azevedo Netto)
<b>Vazão</b>	<b>J</b>	<b>Hf</b>
(l/s)	(m/m)	(m)
0	0	0
7,5	0,00011	0,12
15	0,00041	0,45
22,5	0,00087	0,95
30	0,0015	1,62
37,5	0,0022	2,45
45	0,0031	3,43

Fonte: Autores

Tabela 71 - Alturas geométricas e manométricas totais máximas e mínimas do Engenho utilizando dados de vazão calculados pelo grupo.

Vazão (l/s)	Altura geométrica (m)		Perda de Carga (m)	Altura Manométrica Total (m)	
	Mínima	Máxima		Mínima	Máxima
0	5,95	6,55	0	5,95	6,55
7,5	5,95	6,55	0,135	6,085	6,685
15	5,95	6,55	0,492	6,442	7,042
22,5	5,95	6,55	1,046	6,996	7,596
30	5,95	6,55	1,789	7,739	8,339
37,5	5,95	6,55	2,711	8,661	9,261
45	5,95	6,55	3,809	9,759	10,359

Fonte: Autores

Dessa forma, pode-se concluir que há uma discrepância entre os dados obtidos neste estudo e os do projeto da Sabesp no que tange à elevada perda de carga de 25 m, quando, pelos cálculos do grupo, esse valor não deveria passar de 11 m. Uma hipótese para a existência desta diferença pode ser extraída das notas de projeto, uma vez que houve uma alteração do diâmetro da linha de recalque de 200 mm para 250 mm. Com esse maior diâmetro a perda de carga distribuída certamente diminuiu e, possivelmente o valor da altura manométrica total não foi atualizado.

Abandonando, então, os dados de vazão e altura manométrica total calculados pela Sabesp e adotando a metodologia de cálculo de vazão usada pelo grupo, pode-se dimensionar uma elevatória que atenda a mesma vazão bombeada pela EEE Jureia Central em conjunto com o esgoto coletado no bairro do Engenho. Usando as mesmas premissas utilizadas no restante do trabalho e considerando 150 casas no Engenho, obtém-se as informações de vazão para o fim de plano descritas na Tabela 72.

Tabela 72 - Dados de vazão em alta temporada para o bairro do Engenho conforme calculado pelo grupo.

<b>Bairro</b>	<b>Engenho</b>
Vazão média (L/s)	2,6736
Vazão máxima horária (L/s)	6,4166

Fonte: Autores

Esses valores, em conjunto com os valores recalcados pela EEE Jureia Central, totalizam os valores da Tabela 73, que poderiam ser comparados com aqueles que a Sabesp apresentou na Tabela 65.

Tabela 73 - Dados de vazão afluyente à EEE Engenho conforme calculado pelo grupo para a alta temporada.

<b>Elevatória</b>	<b>EEE Engenho</b>
Vazão média (L/s)	50,7386
Vazão máxima horária (L/s)	16,9328

Fonte: Autores

Dessa forma pode-se repetir os cálculos de perda de carga distribuída e localizada como forma de poder projetar uma elevatória que atenda às vazões projetadas pelo grupo, tendo em vista que se utilizou a mesma linha de recalque projetada pela Sabesp. As tabelas com os cálculos estão apresentadas nas Tabelas 74, 75, 76 e 77. Cabe mencionar, que além da linha de recalque, os valores geométricos da elevatória ( $N_{Amin}$ ,  $N_{Amáx}$ , Cota de Lançamento, Cota de chegada, Cota do terreno) e o esquema de 2 bombas em operação e uma bomba na reserva foram mantidos em relação ao adotado pela Sabesp até para avaliar adequadamente o que foi proposto pela Sabesp sob a ótica do grupo.

Tabela 74 - Quadro contendo os valores da velocidade nas tubulações considerando os dados de vazão calculados pelo grupo.

Vazão (L/s)		Velocidade (m/s)	
		Diâmetro: 200 mm	Diâmetro: 250 mm
1 Bomba	2 Bombas	1 Bomba	2 Bombas
4,25	8,5	0,13	0,17
8,5	17	0,27	0,35
12,75	25,5	0,41	0,52
17	34	0,54	0,69
21,25	42,5	0,68	0,87
25,5	51	0,81	1,039

Fonte: Autores

Tabela 75 - Quadro contendo as perdas de carga localizadas nas tubulações envolvendo a EEE do Engenho e considerando as vazões calculadas pelo grupo.

Perdas de Carga Localizadas				
Vazão (L/s)		Perda de carga (m)		
		Diâmetro: 200 mm	Diâmetro: 250 mm	Total (m)
1 Bomba	2 Bombas	1 Bomba	2 Bombas	
4,25	8,5	0,0052	0,0082	0,013
8,5	17	0,021	0,033	0,054
12,75	25,5	0,047	0,074	0,12
17	34	0,084	0,13	0,22
21,25	42,5	0,13	0,21	0,34
25,5	51	0,19	0,30	0,48

Fonte: Autores

Tabela 76 - Quadro contendo a perdas de carga distribuídas ao longo da linha de recalque do Engenho para as vazões calculadas pelo grupo.

<b>Perda de Carga Distribuídas</b>		
<b>C</b>	<b>140</b>	
<b>Vazão</b>	<b>J</b>	<b>Hf</b>
(l/s)	(m/m)	(m)
0	0	0
8,5	0,000144	0,16
17	0,000519	0,57
25,5	0,00110	1,20
34	0,00187	2,043
42,5	0,00282	3,09
51	0,00396	4,33

Fonte: Autores

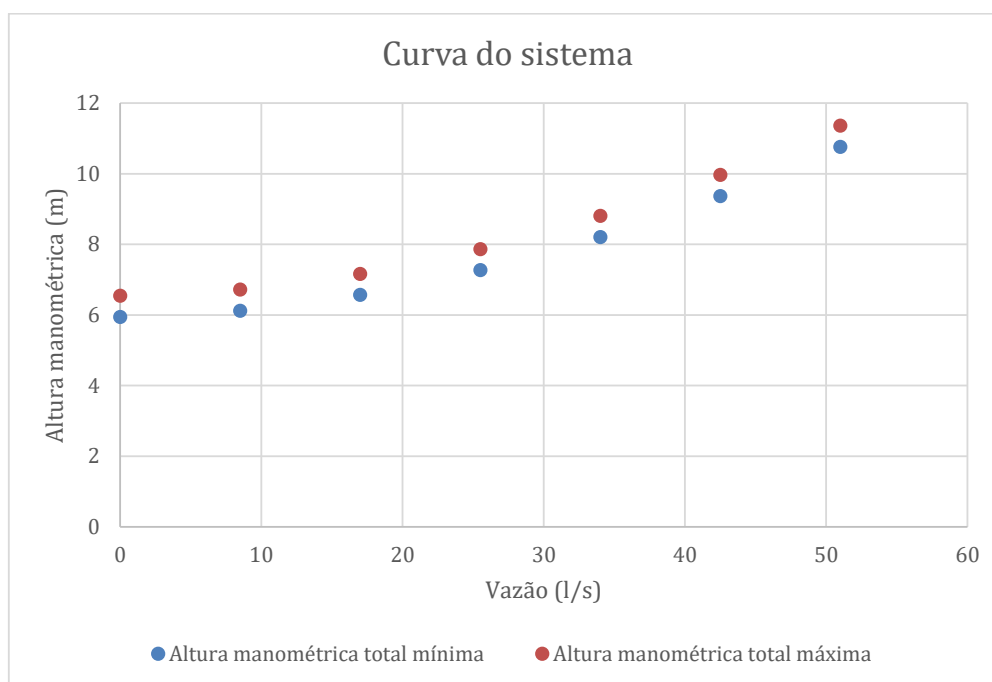
Tabela 77 - Alturas geométricas e manométricas totais máximas e mínimas do Engenho utilizando dados de vazão calculados pelo grupo.

<b>Vazão (l/s)</b>	<b>Altura geométrica (m)</b>		<b>Perda de Carga (m)</b>	<b>Altura Manométrica Total (m)</b>	
	<b>Mínima</b>	<b>Máxima</b>		<b>Mínima</b>	<b>Máxima</b>
0	5,95	6,55	0	5,95	6,55
8,5	5,95	6,55	0,183	6,133	6,733
17	5,95	6,55	0,668	6,618	7,218
25,5	5,95	6,55	1,428	7,378	7,978
34	5,95	6,55	2,449	8,399	8,999
42,5	5,95	6,55	3,722	9,672	10,272
51	5,95	6,55	5,239	11,189	11,789

Fonte: Autores

Com base nos dados apresentados pode-se compor a curva do sistema apresentada no Gráfico 15.

Gráfico 15 - Curva do sistema da EEE do Engenho reprojeta para considerar as vazões calculadas pelo grupo.



Fonte: Autores

A bomba selecionada, por sua vez, também se tratou de uma bomba Flygt, conforme descrito na Tabela 78. Na Tabela pode-se ver que o rendimento é relativamente alto com relação às demais EEEs dando argumento à tese de que bombas de maiores vazões tendem a apresentar rendimentos mais altos.

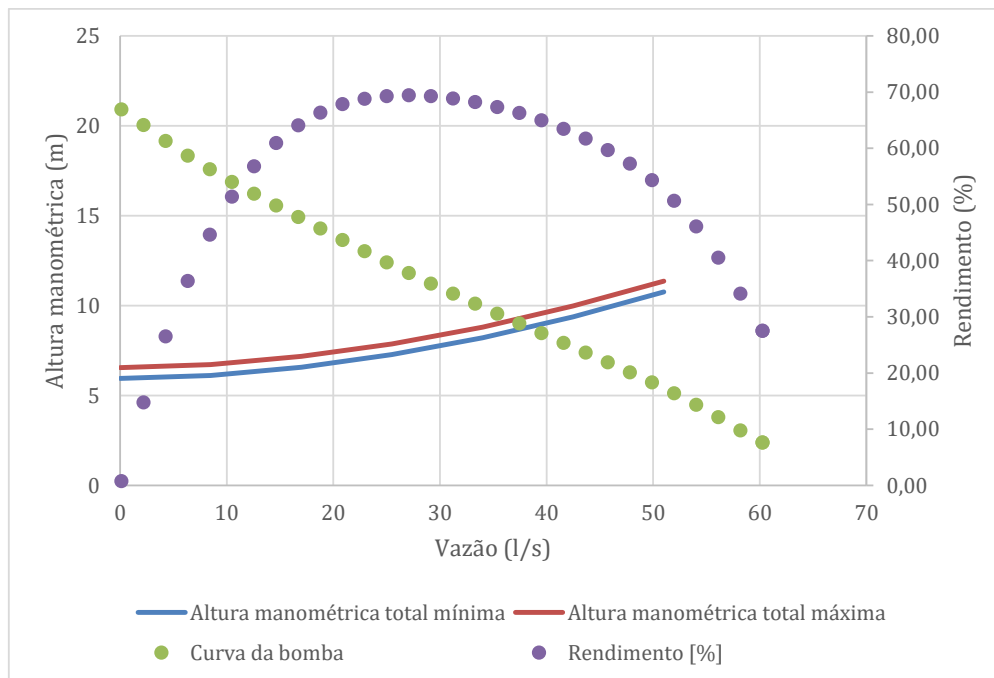
Tabela 78 - Bomba escolhida para a EEE do Engenho e o respectivo rendimento de operação.

Marca	Modelo	Rendimento (%)	Quantidade
Xylem/Flygt	NP 3127 HT 3~ Adaptive 489	69,4	3

Fonte: Autores

Por fim, pode-se apresentar por meio do Gráfico 16 a curva característica do sistema tendo como base a curva da bomba e a sua curva de rendimento.

Gráfico 16 - Ponto de operação da bomba escolhida para a EEE do Engenho com as vazões calculadas pelo grupo.



Fonte: Autores

No que tange as dimensões do poço projetado pela Sabesp, pode-se dizer que ele se mostra adequado haja vista sua grande dimensão. Calculando o volume útil com os dados da bomba escolhida e adotando um tempo de ciclo de 10 minutos, bem como calculando os volumes projetados tem-se os resultados apresentados na Tabela 79.

Tabela 79 - Quadro com as principais características dimensionais da EEE do Engenho.

<b>Estação Elevatória</b>	<b>EEE Engenho</b>
Capacidade da bomba (L/s)	53,68
<b>Volume útil (L)</b>	4026
Poço Circular Diâmetro (m)	3,5
Área (m <sup>2</sup> )	9,62
Faixa operacional das bombas (m)	0,6
Volume total projetado (m <sup>3</sup> )	5772,676501
Volume ocupado pelos tubos (m <sup>3</sup> )	0,056548668
Volume Aproximado das bombas (m <sup>3</sup> )	0,3465
<b>Volume projetado (L)</b>	5772,27

Fonte: Autores

Dessa forma pode-se ver que o valor do Volume útil é superior ao volume projetado o que está de acordo com o esperado, restando somente a verificação do tempo de detenção de forma semelhante ao que foi feito para as demais elevatórias. Para isso, considerou-se como nível médio a média entre o nível mínimo e máximo resultando em um volume efetivo de 6,73 m<sup>3</sup>. Dessa forma o tempo de detenção do esgoto resultou em 6,73 minutos sendo inferior a 30 minutos, conforme recomendado pela norma. Dessa forma, pode-se dizer que o poço é adequado para receber a vazão projetada pelo grupo.

## 11. Projeto de Estação de Tratamento de Esgoto

O reprojeto da Estação de Tratamento de Esgoto de Barra do Una é uma das propostas deste trabalho. Como já comentado, a ETE Barra do Una não se encontra em operação. Dessa forma, propõe-se dimensionar as principais partes da ETE, dentro da viabilidade acadêmica. Vale ressaltar que, nem todos os componentes aqui dimensionados têm seu equivalente na ETE já existente. Por exemplo, enquanto na ETE existente o tratamento preliminar é dado por caixas de areia quadradas, aqui se dimensiona caixa de areia tipo canal com velocidade constante.

Assim, será dimensionado tratamento preliminar, o sistema de lodos ativados em batelada e desinfecção por cloração.

### 11.1. Vazões de Projeto

O estudo demográfico e de ocupação da região faz com que o projeto possa ser abordado com base em diferentes valores de vazão, uma vez que se diferenciam as vazões em épocas de baixa e alta temporada, independente de projeções demográficas.

Para o presente dimensionamento, optou-se por adotar vazões de projetos estimados para a alta temporada, nas quais os valores das vazões da alta temporada (mínima, média ou máxima) sempre superam as respectivas vazões em baixa temporada.

Partindo da vazão média em alta temporada estimada a partir de projeção, pode-se obter as vazões mínima e máxima, com a utilização de coeficientes de variação de vazão. A Tabela 80 mostra os valores de coeficientes de variação de vazão a serem utilizados para os cálculos de projeto.

Tabela 80 - Coeficientes adotados ao longo do projeto

Coeficientes de Variação de Vazão	
$K_1$	1,2
$K_2$	2,0
$K_3$	0,5

Fonte: Autores

Tanto o coeficiente de máxima vazão diária,  $K_1$ , quanto o coeficiente de mínima vazão horária,  $K_3$ , estão de acordo com o que é recomendado pela NBR9649. Porém admitiu-se para o coeficiente de máxima vazão horário o valor de  $K_2 = 2$ . Tal adoção se justifica pelas características da região. Por ser uma região litorânea, que cumpre, para a maioria dos residentes em época de alta temporada, função de lazer, tem-se que a utilização diária de água se molda a partir de hábitos comuns a esses residentes temporários. Dessa forma, a utilização

de chuveiros concentra-se no período de fim de tarde, quando as atividades dos banhistas costumam se encerrar.

Assim, é possível se obter as vazões de projeto, com a utilização de dados do item 4.1, pelas Equações 13, 14 e 15.

$$Q_{min} = K_3 \times Q_{ED} + Q_{inf} \quad (13)$$

$$Q_{med} = Q_{ED} + Q_{inf} \quad (14)$$

$$Q_{max} = K_1 \times K_2 \times Q_{ED} + Q_{inf} \quad (15)$$

Onde  $Q_{ED}$  e  $Q_{inf}$  são, respectivamente, a vazão de esgoto doméstico e a vazão de infiltração da rede calculadas no item 4.1.

As vazões de projeto, pois, apresentam-se na Tabela 81.

Tabela 81 - Vazões de projeto para o dimensionamento da ETE.

<b>Vazões de projeto (L/s)</b>	
$Q_{min}$	32,0
$Q_{med}$	51,0
$Q_{max}$	104,0

Fonte: Autores

## 11.2. Tratamento Preliminar

### 11.2.1. Escolha da Calha Parshall

A largura nominal da calha Parshall foi escolhida a partir da Tabela 82, em função da vazão máxima horária calculada. Com vazão máxima horária de projeto de 104 L/s, escolheu-se calha Parshall com largura nominal de 6”.

Tabela 82 - Valores do expoente n, do coeficiente K e as capacidades das calhas Parshall mais comuns.

Largura Nominal	n	K	Capacidade (L/s)	
			Mín.	Máx.
3"	1,547	0,176	0,85	53,8
6"	1,580	0,381	1,52	110,4
9"	1,530	0,535	2,55	251,9
1'	1,522	0,690	3,11	455,6
1 1/2'	1,538	1,054	4,25	696,2
2'	1,550	1,426	11,89	936,7

Fonte: NETTO et al., **Manual de Hidráulica** (1998)

Assim, a partir da equação da calha Parshall, dada pela Equação 16, e dos coeficientes obtidos a partir da Tabela 71, obtém-se o valor das alturas máximas e mínimas do nível d'água a montante da calha:

$$Q = K \cdot h^n \quad (16)$$

Tem-se, portanto,  $h_{min} = 0,21 \text{ m}$  e  $h_{max} = 0,44 \text{ m}$ , como altura mínima e altura máxima, respectivamente, a serem admitidas para o projeto.

Para garantir a velocidade constante no desarenador de fluxo horizontal e seção retangular ser usado no projeto, deve-se calcular um rebaixo "z", a montante da calha Parshall. O cálculo de "z" dá-se pela Equação 17.

$$z = \frac{Q_{max} \times h_{min} - Q_{min} \times h_{max}}{Q_{max} - Q_{min}} \quad (17)$$

Pelo cálculo, obtém-se  $z = 0,11 \text{ m}$

### 11.2.2. Desarenador

Propõe-se no presente projeto a utilização de caixa de areia do tipo canal com velocidade constante.

Admite-se para fins de projeto, velocidade horizontal  $v_h = 0,3 \text{ m/s}$ , valor dentro da faixa recomendada pela NBR12209. Assim, pode-se calcular a largura da caixa a partir da Equação 18.

$$b = \frac{Q_{max}}{(h-z) \cdot v_h} \quad (18)$$

Obtém-se, a partir do cálculo,  $b = 1,0$  m. Adota-se  $b = 1,2$  m

Com o valor de largura adotada, pode-se verificar o valor da velocidade de fluxo para a vazão mínima. Nesse caso, obtém-se  $v_h = 0,26$  m/s, dentro da faixa recomendada pela NBR12209.

A partir da velocidade horizontal adotada e admitindo como velocidade vertical das partículas de areia de 0,02m/s, é possível estabelecer o comprimento do desarenador. Para isso, adota-se coeficiente de segurança de 1,5 e utiliza-se da Equação 19.

$$L = 1,5 \cdot \frac{0,26}{0,02} \cdot (h_{max} - z) \quad (19)$$

Assim, obtém-se  $L = 6,44$  m. Adota-se, pois,  $L = 8,0$  m.

Devido à ausência de decantador primário no projeto proposto, pela NBR12209, a taxa de escoamento superficial deve ser compreendida entre 600 e 1000 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>d. As verificações são feitas conforme as Equações 20.

$$q = \frac{Q_{max}}{A_s} = \frac{Q_{max}}{b \cdot L} = \frac{0,104 \times 86400}{1,2 \times 8,0} = 932 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d} \quad (20)$$

O dimensionamento do compartimento para armazenamento de areia deve considerar a relação de volume de areia por volume de esgoto e a frequência de limpeza do compartimento. Dessa forma, adota-se 60L de areia/ 1000m<sup>3</sup> de esgoto (Alem Sobrinho, 2002), devido ao caráter litorâneo da região, e uma frequência de limpeza de dez dias.

Assim, a altura do compartimento pode ser calculada da seguinte maneira:

- Em um dia:  $0,051 \cdot 86400 \cdot \frac{60}{1000} = 265 \text{ L de areia}$
- Considerando limpeza a cada 10 dias:  $10 \cdot 265L = 2650 \text{ L} = 2,65\text{m}^3$
- Profundidade do compartimento:  $h_{areia} = \frac{2,65}{1,2 \times 8} = 0,28\text{m}$

Adota-se, para a profundidade do compartimento para armazenamento da areia,  $h_{areia} = 0,28$  m

Uma vez que a vazão máxima horária de projeto ultrapassa os 100L/s, o desarenador deve possuir limpeza mecanizada. No presente projeto, serão utilizadas bombas aspiradoras para a limpeza mecanizada.

Ainda pela norma, uma vez que será utilizada limpeza mecanizada, é necessário um desarenador reserva. Assim, o desarenador aqui dimensionado contará com caixa de areia reserva e limpeza mecanizada.

### 11.2.3. Gradeamento

A remoção de sólidos grosseiros do sistema será feita a partir de gradeamento, diferentemente do projeto original da SABESP que previa para a ETE Barra do Una o uso de peneira estática. A gradeamento consistirá em uma grade fina, com barras de espessura  $e=5\text{mm}$  e espaçamento  $a=15\text{mm}$ . Seu dimensionamento será mostrado a seguir com a utilização da vazão máxima horária como preconiza a NBR12209.

Inicialmente, deve-se calcular a eficiência da grade, a partir da Equação 21, onde se obtém  $E = 0,75$ .

$$E = \frac{a}{a+t} \quad (21)$$

Pode-se calcular a área útil  $A_u$  da seção transversal, adotando-se uma velocidade de passagem de  $0,8\text{m/s}$ , a partir da Expressão 22

$$A_u = \frac{Q_{max}}{v_{passagem}} \quad (22)$$

Obtém-se, portanto,  $A_u = 0,13 \text{ m}^2$ .

Já a área total da seção  $S$  pode ser obtida a partir da Equação 23, onde obtém-se  $S=0,17 \text{ m}^2$ .

$$S = \frac{A_u}{E} \quad (23)$$

Agora, pode-se calcular o valor da largura do canal. Para isso, deve-se utilizar da altura da lâmina a jusante da grade, calculada no item x, cujo valor é dado pela Equação 24.

$$h_j = h_{max} - z = 0,44 - 0,11 = 0,33 \quad (24)$$

Assim, determina-se tal largura a partir da Expressão 25:

$$b = \frac{S}{h_j} \quad (25)$$

Portanto, tem-se que  $b = 0,5 \text{ m}$ .

O número de barras pode ser calculado pela Equação 26.

$$n_{barras} = \left\lceil \frac{b+a}{t+a} \right\rceil = 26 \text{ barras} \quad (26)$$

Agora, deve-se calcular a perda de carga a ser considerada no cálculo para estudo das condições de escoamento a montante. Para isso, usa-se a Equação 27 para a perda de carga.

$$\Delta H = 1,43 \left( \frac{v^2 - v_0^2}{2g} \right) \quad (27)$$

O cálculo de perda de carga será feito considerando a grade totalmente desobstruída e para a grade com 50% de obstrução. Deve-se atentar ao fato que, segundo a NBR12209, para grades de limpeza manual, como o presente caso, considera-se perda de carga mínima de 0,15m. A Tabela 83 mostra, para as duas situações, os valores de perda de cargas calculados e os valores considerados.

Tabela 83 - Quadro contendo as perdas de carga admitidas e calculada para duas situações de operação da grade.

Condição da Grade	$\Delta H$ Calculada (m)	$\Delta H$ Admitida (m)
Desobstruída	0,02	0,15
50% Obstruída	0,16	0,16

Fonte: Autores

#### 11.2.4. Figuras do Tratamento Preliminar

Os desenhos do tratamento preliminar encontram-se no Anexo XXVI e Anexo XXVII

#### 11.3. Dimensionamento do sistema lodos ativados

Para o pré-dimensionamento do sistema de aeração da ETE Barra do Una adotaram-se os parâmetros de projeto tendo como referência os valores descritos em Jordão e Pessoa (2014), texto referência em sistemas de tratamento de esgoto.

O coeficiente de síntese celular observado  $Y_{obs} = 0,7 \text{ gSSV/gDBO}$ . Utilizado múltiplas vezes em sistemas de batelada com aeração prolongada, representa a fração de matéria orgânica convertida aos microrganismos do tratamento. A relação  $\frac{SSV}{SSTA} = 0,75$  uma estimativa próxima à faixa de intervalo de 0,7 a 0,8.

Foi utilizado o valor de sólidos suspensos nos tanques de aeração  $SSTA = 4000 \text{ mg/L}$ , um dos limites segundo a NBR visando uma economia espacial dos tanques de até 15% em termos de comprimento, em relação ao valor médio de 3 g/L.

A DBO afluente ( $S_0$ ) foi adotada como 300 mg/L, o que corresponde a um valor ligeiramente acima da média dos esgotos médios. O nitrogênio NTK ( $N_{disp.}$ ), que representa as parcelas de amônia e nitrogênio orgânico, foi estimado em 50 mg/L (também um valor acima do estabelecido para o esgoto médio)

A idade do lodo ( $\theta_c$ ) foi admitida como 30 dias para o final do projeto.

A fração de matéria removida que é usada para energia(  $a'$ ) foi considerada 0,52.

A fração de oxigênio necessário usado para o decaimento endógeno ( $b'$ ) adotado como 0,12 d-1.

A necessidade de oxigênio foi adotada como sendo  $2,5 \frac{kgO_2}{kgDBO}$  segundo a NBR 12209/2011, representando o processo de nitrificação no tanque. Uma altura de transição ( $H_t$ )= 0,5 m e altura útil dos tanques ( $H_u$ ) = 4 m foram utilizadas. A relação entre massa de oxigênio por massa de nitrogênio NTK adotada foi de 4,57 gO<sub>2</sub>/gNTK (Jordão e Pessoa, 2014).

O teor de O<sub>2</sub> no ar utilizado foi de 23,2% e a densidade do ar foi adotada como 1,3 kg/m<sup>3</sup>, valores clássicos para condições de CNTP.

Sendo assim, a Tabela 84 busca apresentar em um quadro resumo os principais valores utilizados.

Tabela 84 - Principais grandezas e valores utilizados.

Grandeza	Símbolo	Valor
Coefficiente de síntese celular	$Y_{obs}$	0,7gSSV/gDBO
Sólidos suspensos nos tanques de aeração	SSTA	400 mg/L
DBO afluente	$S_0$	300 mg/L
Nitrogênio NTK	$N_{disp.}$	50 mg/L
Idade do lodo	$\theta_c$	30 dias
Fração removida de energia	$a'$	0,52
Fração de oxigênio necessário para o decaimento endógeno	$b'$	0,12 d <sup>-1</sup>
Necessidade de oxigênio	NecO <sub>2</sub>	$2,5 \frac{kgO_2}{kgDBO}$
Altura de transição	$H_t$	0,5 m
Altura útil nos tanques	$H_u$	4 m
Relação entre massa de nitrogênio NTK e massa de O <sub>2</sub>	-	4,57 gO <sub>2</sub> /gNTK
Teor de O <sub>2</sub>	-	23,2%
Densidade do ar	-	kg/m <sup>3</sup>

Fonte: Jordão e Pessoa (2014)

Na Figura 61, por sua vez, busca-se representar o ciclo de 24 horas de operação dos tanques de aeração da ETE Una dada uma situação com 6 tanques.

Figura 61 - Ciclo de operação sugerido.

tempo (h)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
tanque 1	enchimento	aeração	aeração	aeração	sedimentação	esvaziamento	enchimento	aeração	aeração	aeração	sedimentação	esvaziamento	enchimento	aeração	aeração	aeração	sedimentação	esvaziamento	enchimento	aeração	aeração	aeração	sedimentação	esvaziamento
tanque 2	esvaziamento	enchimento	aeração	aeração	aeração	sedimentação	esvaziamento	enchimento	aeração	aeração	aeração	sedimentação	esvaziamento	enchimento	aeração	aeração	aeração	sedimentação	esvaziamento	enchimento	aeração	aeração	aeração	sedimentação
tanque 3	sedimentação	esvaziamento	enchimento	aeração	aeração	aeração	sedimentação	esvaziamento	enchimento	aeração	aeração	aeração	sedimentação	esvaziamento	enchimento	aeração	aeração	aeração	sedimentação	esvaziamento	enchimento	aeração	aeração	aeração
tanque 4	aeração	sedimentação	esvaziamento	enchimento	aeração	aeração	aeração	sedimentação	esvaziamento	enchimento	aeração	aeração	aeração	sedimentação	esvaziamento	enchimento	aeração	aeração	aeração	sedimentação	esvaziamento	enchimento	aeração	aeração
tanque 5	aeração	aeração	sedimentação	esvaziamento	enchimento	aeração	aeração	aeração	sedimentação	esvaziamento	enchimento	aeração	aeração	aeração	sedimentação	esvaziamento	enchimento	aeração	aeração	aeração	sedimentação	esvaziamento	enchimento	aeração
tanque 6	aeração	aeração	aeração	sedimentação	esvaziamento	enchimento	aeração	aeração	aeração	sedimentação	esvaziamento	enchimento	aeração	aeração	aeração	sedimentação	esvaziamento	enchimento	aeração	aeração	aeração	sedimentação	esvaziamento	enchimento

Legenda:

enchimento
esvaziamento
sedimentação
aeração

Fonte: Autores

A DBO efluente ( $S_e$ ) de 60 mg/L foi obtida, conforme já mencionado, a fim de manter a conformidade com os padrões de emissão e a temperatura média no mês mais quente, utilizada para dimensionar a potência máxima dispendida pelos sopradores no ano, foi adotada como valendo 25,9°C, o que está de acordo com o mapa meteorológico da região de Barra do Una em 2017.

### 11.3.1. Parâmetros calculados

A concentração de sólidos suspensos voláteis (SSV) nos tanques de aeração é dada pela Equação 28:

$$SSV = SSTA * \left( \frac{SSV}{SSTA} \right) \quad (28)$$

Dessa forma tem-se que a expressão 26 totaliza 3000 mg/L de SSV.

O volume útil de um tanque individual ( $V_u$ ), por sua vez é dado pela Equação 29:

$$V_u = \theta_c * Y_{obs} * Q_{med} * \frac{S_0 - S}{n * SSV} \quad (29)$$

Onde:

$$\theta_c = \text{Idade do lodo} = 30 \text{ dias}$$

$$Y_{obs} = \text{Coeficiente de síntese celular} = 0,7 \text{ gSSV/gDBO}$$

$$Q_{med} = \text{Vazão média}$$

$$n = \text{número de tanques de aeração no final do projeto} = 6$$

$$S_0 = \text{DBO afluente} = 300 \text{ mg/L}$$

Dessa forma, o volume útil calculado foi de 1234 m³. A área útil calculada, por sua vez, foi de 308,5 m². Sendo assim, adotando para o layout dos tanques uma seção quadrada tem-se largura e comprimento de 17,6 m por tanque.

O volume de enchimento ( $V_{ench.}$ ), por sua vez, é dado pela Equação 30.

$$V_{ench} = Q_{med} * t_e \quad (30)$$

Onde:

$$Q_{med} = \text{Vazão média}$$

$$t_e = \text{Tempo de enchimento determinado nos ciclos de operação}$$

Resultando em 183,6 m<sup>3</sup> por tanque. Também se calculou o volume de transição ( $V_t$ ) cuja expressão é dada pela equação 31.

$$V_t = H_t * A \quad (31)$$

Onde:

$$A = \text{Área útil} = 308,5 \text{ m}^2$$

$$H_t = \text{Altura de transição} = 0,5 \text{ m}$$

Resultando em 154 m<sup>3</sup> como volume de transição.

O volume de sedimentação ( $V_s$ ), por sua vez pode ser expresso de acordo com a Expressão 32.

$$V_s = V_u - V_{ench} - V_t \quad (32)$$

A Equação XX revela um volume de 896 m<sup>3</sup> para a sedimentação. Esse volume resulta em uma altura de sedimentação de 2,9 m.

A relação  $\frac{A}{M}$  é dada conforme a Equação 33:

$$\frac{A}{M} = \frac{Q_{med} * S_0}{n * V_u * SSV} \quad (33)$$

Onde:

$$Q_{med} = \text{Vazão média}$$

$$S_0 = \text{DBO afluente} = 300 \text{ mg/L}$$

$$n = \text{número de tanques de aeração no final do projeto} = 6$$

$$V_u = \text{Volume útil} = 1234 \text{ m}^3$$

O resultado do cálculo, por sua vez, foi de 0,06 kg DBO/(kg SSV\*d). Como a NBR 12209/2011 estabelece um valor máximo de 0,15 kg DBO/(kg SSV\*d) para sistemas de lodo ativado por batelada, o valor calculado está de acordo com o que preconiza a norma.

A concentração de sólidos em suspensão na zona de sedimentação ( $X_c$ ), é dada pela Equação 34.

$$X_c = SSTA * \frac{V_u}{V_s} \quad (34)$$

Onde:

$$V_u = \text{Volume útil} = 1234 \text{ m}^3$$

$$V_s = \text{Volume de sedimentação} = 896 \text{ m}^3$$

O resultado da concentração de sólidos calculada é de 5508 mg/L.

A produção diária de lodo, por sua vez, é dada pela Equação 35.

$$\Delta X = Y_{obs} * Q_{med} * \frac{S_0 - S}{\frac{SSV}{SSTA}} \quad (35)$$

Onde:

$$Y_{obs} = \text{Coeficiente de síntese celular} = 0,7 \text{ gSSV/gDBO}$$

$$Q_{med} = \text{Vazão média}$$

$$S_0 = \text{DBO afluente} = 300 \text{ mg/L}$$

O resultado da produção diária de lodo é, portanto de 987 kgSST/d.

A massa total de oxigênio necessária para a degradação do carbono ( $M_{O_2c}$ ) é expressa pela Equação 36:

$$M_{O_2c} = a' * (S_0 - S_e) * Q_{med} + b' * V_u * SSV \quad (36)$$

Onde:

$$S_0 = \text{DBO afluente} = 300 \text{ mg/L}$$

$$Q_{med} = \text{Vazão média}$$

$$S_e = \text{DBO efluente} = 60 \text{ mg/L}$$

$$a' = 0,52$$

$$b' = 0,12 \text{ d}^{-1}$$

$$V_u = \text{Volume útil} = 1234 \text{ m}^3$$

O resultado da massa total de oxigênio necessária para a degradação do carbono é de 994 kg/d. A massa total de oxigênio necessária para a nitrificação ( $M_{O_2N}$ ), por sua vez, é dada pela Equação 37.

$$M_{O_2N} = 4,57 * (N_{disp} - 0,1 * \Delta X) \quad (37)$$

Onde:

$$\Delta X = \text{Produção diária de lodo} = 987 \text{ kgSST/d}$$

$$N_{disp} = \text{Nitrogênio NTK} = 50 \text{ mg/L}$$

O resultado da massa total de oxigênio necessária para nitrificação é, portanto, de 556 kg O<sub>2</sub>/d. Dessa forma tem-se uma massa total de oxigênio de 1550 kg/d. Porém o item 6.3.10 da NBR 12209-2011 exige um mínimo de  $2,5 \cdot Q_{med} \cdot S_0 = 3305 \text{ kgO}_2/\text{d}$  para a aeração prolongada com nitrificação, o qual será adotado. Considerando um intervalo de 16 horas diárias de aeração (4 ciclos de 1 hora de enchimento aerado + 3 horas de aeração), isso se traduz em uma vazão total de ar de  $Q_{ar} = 11,4 \text{ m}^3 / \text{min}$  por tanque.

Optou-se pelo uso do difusor circular de membrana B&F Dias, de bolha fina, vazão de  $0,12 \text{ m}^3 / \text{min}$ , eficiência de transferência de 40% e diâmetro de 230 mm. Logo a vazão de ar

emitida pelo soprador deve ser de  $Q_{sop} = \frac{Q_{ar}}{0,4}$ , resultando em  $28,5 \text{ m}^3 / \text{min}$  ou  $0,61 \text{ kg/s}$ . A potência do soprador é dada pela Equação 38:

$$P_{ot} = \frac{M_{ar} \cdot 8,314 \cdot T_0}{8,41 \cdot E} \left( \left( \frac{P_s}{P_e} \right)^{0,283} - 1 \right) \quad (38)$$

Onde:

$$T_0 = \text{Temperatura absoluta de entrada} = 299 \text{ K}$$

$$E = \text{Eficiência do soprador} = 70\%$$

$$P_s = \text{Pressão a ser vencida}$$

Dessa forma a potência do soprador foi calculada em 29,4kW, sendo necessários 238 difusores por tanque. Porém, para facilitar o arranjo e garantir uma margem de segurança, serão adotados 256 difusores por tanque espaçados em uma malha quadrada à 110cm de distância entre si e 55 cm das paredes dos tanques, totalizando 1536 difusores no sistema completo e 6 sopradores Kaeser EB 380S L SFC, cujas especificações estão descritas na Tabela 84. O modelo escolhido apresentava-se na menor faixa de potência dos demais equipamentos, garantindo assim um menor custo de operação em relação a maioria dos modelos, dos sopradores disponibilizados apenas outro modelo, o EB 380S L STC era compatível com a

economia energética, com os parâmetros de vazão e pressão exigidos pelos sistemas de aeração. Optou-se pelo 380S L SFC por este apresentar maior vazão máxima.

Tabela 85 - Especificações dos difusores.

Modelo	Alta pressão			Baixa pressão			Conexão de tubos	Dimensões Com cabine acústica L x P x A	Peso máx.
	Diferencial de pressão máx. mbar (g)	Vazão máx. * m³/min	Potência do motor kW	Diferencial de pressão máx. mbar (vácuo)	Vazão máx. * m³/min	Potência do motor kW			
DBS 220 L SFC	650	23	30	–	–	–	100	1110 x 1480 x 1670	820
DBS 220 M SFC	1100	22	37	550	22	30	100	1110 x 1480 x 1670	850
DBS 220 L STC	650	19	22	–	–	–	100	1110 x 1480 x 1670	800
DBS 220 M STC	1100	18	37	–	–	–	100	1110 x 1480 x 1670	850
<b>EB 380S L SFC</b>	650	38	45	–	–	–	150	1940 x 1600 x 1700	1400
EB 380S M SFC	1100	37	75	550	37	37	150	1940 x 1600 x 1700	1600
EB 380S L STC	650	36,5	45	–	–	–	150	1940 x 1600 x 1700	1400

Fonte: <http://www.kaeser.com.br/Images/P-900-BR-tcm72-6779.pdf>

### 11.3.2. Desenho dos tanques

O layout dos tanques de aeração se encontra no Anexo XXVI

## 11.4. Pós Tratamento – Desinfecção

### 11.4.1. Tanque de Contato

A desinfecção do efluente tratado será dada por um sistema de cloração e sua diluição pela utilização de tanque de contato.

A NBR12209:2011 preconiza que, no tanque de contato, o tempo de residência para a vazão máxima de projeto ( $Q_{máx}$ ) não deve ser inferior a 15 minutos, enquanto que, para a vazão média ( $Q_{med}$ ), não deve ser inferior a 30 minutos. Temos para o presente projeto, uma relação  $Q_{máx}/Q_{med}$  maior que 2, fazendo com que o volume mínimo do tanque de contato seja condicionado pelo tempo de residência mínimo para a vazão máxima horária. Assim, pode-se determinar tal volume mínimo a partir da Expressão 39:

$$Volume = Q \times Tempo \text{ de Detenção} \quad (39)$$

Utilizando a vazão máxima horária e tempo de detenção de 15 min, encontra-se um volume  $V = 93,6 \text{ m}^3$ . Adota-se  $V = 95 \text{ m}^3$ .

Para determinar todas as dimensões do tanque de desinfecção, deve-se estabelecer a altura do nível da água. Dessa forma, o nível de água estabelecido será de  $h = 1,9$  m com relação à base do tanque. A partir da Expressão 40, obtém-se o valor da área superficial do tanque.

$$A_s = \frac{Volume}{h} = \frac{95}{1,9} = 50m^2 \quad (40)$$

Adota-se o valor calculado.

As dimensões do tanque de contato devem ser dadas de forma tal que a relação comprimento:largura seja igual ou superior a 10 (NBR12209/2011). Assim sendo, adota-se uma relação de comprimento:largura igual a 5, de forma que o tanque de contato terá formato retangular com dimensões de 5 m x 10,9 m com nove chicanas, espaçadas a cada um metro, determinando a dimensão do canal. Com essas proporções, obtém-se um canal com largura de 1 m e comprimento total de 50 m. A esquematização do tanque de contato está presente nos Anexos XXVII e XXVIII.

#### 11.4.2. Dosagem de cloro

A dosagem de cloro pode variar de acordo com a qualidade do esgoto tratado e das exigências ambientais a serem atendidas. Segundo Jordão, a dosagem para efluente de lodos ativados varia de 2 a 8 mg/L. Para efeitos de cálculo, será admitido o valor intermediário de 5 mg/L para o sistema de cloração.

Para determinar a massa de cloro a ser utilizada por dia, basta fazer uso da Expressão 41:

$$Massa = \frac{0,051 \times 86400 \times 5}{1000} = 22 \text{ kg/d} \quad (41)$$

Assim, para o período de alta temporada estima-se que a massa diária de cloro a ser utilizada é de 22 kg/d.

#### 11.5. Comparação de Projetos

Feito o dimensionamento proposto, apresenta-se a comparação entre o projeto aqui dimensionado e o projeto parcialmente construído. Tal comparação será feita com base nas dimensões das unidades projetadas, sobretudo com relação às áreas, uma vez que se têm apenas informações métricas do projeto da Sabesp. Vale ressaltar que há diferenças nas vazões máximas horárias consideradas nos dois projetos. Enquanto que aqui se considerou como vazão máxima horária 104 L/s, no projeto da Sabesp, considerou-se 132 L/s.

### **11.5.1. Tratamento preliminar**

O tratamento preliminar do projeto da Sabesp consiste em dois desarenadores quadrados com rosca transportadora, com largura de 3,05 m, totalizando uma área superficial de 9,3 m<sup>2</sup> cada, como pode ser visto no Anexo XXX. A caixa de areia do tipo canal com velocidade constante aqui dimensionada tem dimensões de 1,2 m de largura e 8 m de comprimento, totalizando 9,6 m<sup>2</sup>, como mostram os Anexos XXIV e XXV. Assim, pode-se notar que ambos projetos são constituídos por desarenadores de áreas próximas, embora seus formatos sejam diferentes.

Quanto ao sistema de remoção de sólidos grosseiros, o presente trabalho optou pela escolha de grade fina, enquanto que o projeto da Sabesp previa o uso de peneira estática.

Outra diferença entre os tratamentos preliminares se deu devido à divergência entre as vazões máximas horárias calculadas, de forma tal que o medidor aqui escolhido consiste em calha Parshall de 6'', enquanto que o projeto da SABESP se utilizou de calha Parshall de 9''

### **11.5.2. Tanques de aeração**

Embora dimensionados para vazões de projeto diferentes, os tanques de aeração projetados aqui e pela SABESP apresentam dimensões semelhantes. Ambos apresentam formato quadrado e, enquanto o projeto da SABESP prevê tanques com largura de 17,8 m cada, como mostra Anexo XXXI, os tanques aqui projetados têm largura 17,6 m cada, como mostra o Anexo XXVI

### **11.5.3. Tanque de contato**

A desinfecção de ambos projetos consiste em tanque de contato. Os dois tanques de contato em questão se utilizam de compartimentação por chicanas, porém, suas áreas diferem. O projeto da SABESP prevê tanque de contato com dimensões internas de 4 m de largura por 15 m de comprimento, totalizando área de 60 m<sup>2</sup>, como mostra o Anexo XXXII. Já o tanque de contato aqui dimensionado tem dimensões internas de 5 m de largura e 10,9 m, totalizando área de 54,5 m<sup>2</sup>, como mostram os Anexos XXVII e XXVIII. Vale ressaltar que a altura do nível d'água nos projetos são semelhantes: 1,9 m para o tanque aqui dimensionado e 1,8 m para o tanque dimensionado pela SABESP.

Assim, a Tabela 86 resume a comparação de áreas entre os dois projetos em questão.

Tabela 86 - Comparação de alguns valores projetados pelo grupo e pela Sabesp.

	<b>Projeto do Grupo</b>	<b>Projeto SABESP</b>
Desarenador	9,6 m <sup>2</sup>	9,3 m <sup>2</sup>
Tanque de Aeração	309,6 m <sup>2</sup>	316,8 m <sup>2</sup>
Tanque de Contato	54,5 m <sup>2</sup>	60 m <sup>2</sup>

Fonte: Autores

### **11.6. Layout da ETE**

Além do tratamento preliminar, dos tanques de aeração e do tanque de contato; a ETE necessita de outras construções para seu funcionamento, são elas: prédio de desidratação, casa de cloração, prédio de administração e operação e, por fim, portaria.

Embora, em termos acadêmicos, essas construções não sejam o foco do projeto, é importante inclui-los no Layout da ETE. O Anexo XIX esquematiza a distribuição espacial de cada uma das partes da estação.

### **11.7. Quadro Resumo**

Para facilitar a exposição dos resultados dos dimensionamentos, foi elaborada a Tabela 87 que mostra, para cada unidade dimensionada, as principais dimensões e parâmetros calculados.

Tabela 87 - Quadro resumo com as principais dimensões e parâmetros calculados.

<b>Quadro Resumo</b>	
<b>Grade Fina</b>	Número de barras: 26 Largura das barras: 5 mm Espaçamento entre as barras: 15 mm Perda de carga (50% de obstrução): 0,16 m
<b>Desarenador</b>	Quantidade: 1 operante e 1 reserva Largura: 1,2 m Comprimento: 8,0 m Nível d'água máximo: 0,44 m Profundidade do compartimento de areia: 0,28 m
<b>Calha Parshall</b>	Tamanho: 6"
<b>Tanque de Aeração</b>	Quantidade: 6 tanques Largura: 17,6 m Comprimento: 17,6 m Profundidade útil: 4 m Difusores por tanque: 256 Potência dos sopradores: 45kW DBO efluente final: 60mg/L Idade do lodo final: 30 dias
<b>Tanque de Desinfecção</b>	Largura do canal: 1,0 m Comprimento do canal: 50,0 m Nível d'água: 1,9 m Dimensões do tanque: 5 m x 10,9 m Cloro utilizado: 22 kg/d

Fonte: Autores

## **12. Considerações Finais**

A demanda por um sistema de esgotamento sanitário, bem como a já existência de parte de rede coletora e de construções civis para o tratamento de esgoto não operantes nas regiões às praias de Barra do Una, Engenho e Jureia, foram os fatores motivadores para a realização deste projeto. Nesse sentido, retomando os objetivos do trabalho, buscou-se redimensionar a ETE de Barra do Una, projetar redes coletoras de forma a atender bairros não incluídos no projeto da Sabesp, dimensionar estações elevatórias de esgoto e linhas de recalque e avaliar as já existentes sob a ótica de um possível incremento de vazão.

A primeira parte do trabalho, entretanto, consistiu no extenso levantamento e análise de dados da região, fundamentais para auxiliar no cumprimento dos objetivos. Dentre os quais, pode-se mencionar como mais relevantes os que diziam respeito às características demográficas, às características topográficas, ao uso e ocupação do solo e, ainda, à situação atual do SES da região. Assim, arbitrou-se, para horizonte de projeto, um período de 20 anos e, a partir disso, foi feito o estudo de projeções populacionais para o intervalo.

A projeção populacional, assim como o estudo do uso do solo, para o horizonte de projeto foi fundamental para os dois enfoques que este trabalho seguiu: o primeiro tratou-se do dimensionamento da rede coletora e das estações elevatórias, o segundo, do projeto da Estação de Tratamento de Esgoto.

O dimensionamento da rede coletora não incluiu a região onde a mesma já existe (Barra do Una e Engenho), porém, além de compreender a região de Jureia, também foram integrados em sua concepção os bairros da Vila dos Mineiros e da Vila do Posto. Vale ressaltar também questões sobre as curvas de nível da região com precisão adequada, cujas obtenções não se deram de forma direta e foi necessário, portanto, a utilização de método pouco preciso que, para fins acadêmicos, se mostrou suficiente. Assim, foram dimensionados aproximadamente 18 km de rede coletora e 5 km de linhas de recalque.

Já o projeto de ETE consistiu basicamente no dimensionamento de tratamento preliminar, tanques de aeração e tanque de desinfecção, onde se optou pelo tratamento por lodos ativados em batelada, similar ao que se previa no projeto original. Embora dimensionadas com vazões distintas, as dimensões da ETE aqui projetada e o projeto parcialmente construído não diferiram drasticamente, embora aquela apresente áreas menores.

Assim, concluídos os objetivos deste trabalho, evidenciou-se a necessidade do emprego de vasto conteúdo e conhecimento relacionados à área de saneamento, mais especificamente, à coleta e tratamento de esgoto sanitário para o bom andamento do projeto. Por fim, vale ressaltar a importância do trabalho para a consolidação do conhecimento, o aprendizado, o desenvolvimento acadêmico dos autores bem como a importância do tema para a sociedade dos bairros estudados.

## Referências bibliográficas

- ALEM SOBRINHO, P. **Tratamento de esgoto e geração de lodo**. In: TSUTYIA, MILTON T. et al. **Biossólidos na agricultura**. 2ª ed. São Paulo: ABES/SP, 2002. 468 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12208: Projetos de estações elevatórias de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9649: Projetos de redes coletoras de esgoto**. Rio de Janeiro, 1986.
- Banhistas esvaziam parte de lago na Juréia no feriado. **Folha de S. Paulo**, São Sebastião, 04 jan. de 2007. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff0401200720.htm>> Acesso em: 15 jun. de 2018
- BERTONI, E. Sabesp corta investimentos e trava obras de saneamento no litoral de São Paulo. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 07 jul. de 2015. Disponível em: <<http://m.folha.uol.com.br/cotidiano/2015/07/1652543-sabesp-corta-investimentos-e-trava-obras-de-esgoto-no-litoral-de-sp.shtml>> Acesso em: 15 jun. de 2018
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA nº430 de 13 de maio de 2011**. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/propresol\\_lanceflue\\_30e31mar11.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/propresol_lanceflue_30e31mar11.pdf)> Acesso em: 15 jun. de 2018
- BUENO, R. F. **Avaliação da nitrificação e desnitrificação simultânea em estação de tratamento de esgoto em escala real**. 2016. 236 p. Tese. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-13042017-093748/pt-br.php>> Acesso em: 14 jun. de 2018
- CLIMATE-DATA.ORG. **Clima Barra do Una**. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sao-paulo/barra-do-una-772083/>> Acesso em: 22 nov. de 2018
- COMPESA. **Tabela de Custo Unitário para Obras e Serviços de Engenharia**. Recife, 2016. Disponível em: <[https://servicos.compesa.com.br/wp-content/uploads/2016/02/TABELA\\_COMPESA\\_2016\\_COM\\_DESONERACAO\\_E\\_COM\\_ENCARGOS\\_COMPLEMENTARES.pdf](https://servicos.compesa.com.br/wp-content/uploads/2016/02/TABELA_COMPESA_2016_COM_DESONERACAO_E_COM_ENCARGOS_COMPLEMENTARES.pdf)> Acesso em: 22 nov. de 2018

DIAS, D. M.; MARTINEZ, C. B.; LIBÂNIO, M. Avaliação do impacto da variação da renda no consumo domiciliar de água. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES**, v. 15, n.2, p. 155-166, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v15n2/a08v15n2>> Acesso em: 14 jun. de 2018

FERRARI, J. C. **Gestão de Custos em Obra de Rede de Esgoto Sanitário: Custo Orçado X Custo Real**. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 61. 2009. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24117/000741837.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 22 nov. de 2018

IWANTAUSERNAME. **How To Import Contour Lines (Surface) From Google Earth to AutoCAD Civil 3D**. 2016. (8m8s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=faW2vmsL-Pk>> Acesso em: 22 nov. de 2018

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C, A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 5ed. Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

KOK, E. **Diálogos no tempo**. São Paulo: edição do autor, 2003. 140 p.

METCALF & EDDY, INC. **Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse**. 3ª ed. New York: McGraw-Hill, 1991. 1334 p.

NETTO, José Martiniano de Azevedo et al. **Manual de Hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998. 669 p.

RELATÓRIO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO MUNICIPAL. Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas. **PREFEITURA DE SÃO SEBASTIÃO**. Disponível em: <[http://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas\\_Esgoto/S%C3%A3o\\_Paulo/Relatorio\\_Geral/S%C3%A3o\\_Sebasti%C3%A3o.pdf](http://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas_Esgoto/S%C3%A3o_Paulo/Relatorio_Geral/S%C3%A3o_Sebasti%C3%A3o.pdf)> Acesso em: 14 jun. de 2018

SABESP. Investimentos para o Sistema de Esgotamento Sanitário de São Sebastião. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/imprensa/noticias-detalle.aspx?secaoId=65&id=2519>> Acesso em: 15 jun. de 2018

SABESP. **Norma técnica Sabesp NTS 025: Procedimentos de redes coletoras de esgoto**. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/nts025.pdf>> Acesso em: 15 jun. de 2018

SABESP. **Norma técnica Sabesp NTS 292: Elaboração de cadastro técnico digital.** São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/NTS292.pdf>> Acesso em: 15 jun. de 2018

SABESP. **Projeto norma técnica Sabesp PNTS 170: Desobstrução e limpeza de sistemas de esgoto.** São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/NTS170.pdf>> Acesso em: 15 jun. de 2018

SÃO PAULO (Estado). CETESB. **Mapa da hidrografia conforme decreto 10.755/77 - UGRHI 3.** Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/12/2016/04/UGRHI03.pdf>> Acesso em: 14 jun. de 2018

SÃO PAULO (Estado). Comitê de Bacias Hidrográficas Do Litoral Norte. **Relatório Técnico CBH-LN: Disponibilidade Hídrica das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte (UGRHI 03).** Ubatuba, 2014. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/8163/relatorio-tecnico-cbh-ln-criticidade-2014.pdf>> Acesso em: 14 jun. de 2018

SÃO PAULO (Estado). Comitê de Bacias Hidrográficas Do Litoral Norte. **Plano de Bacias Hidrográficas do Litoral Norte do Estado de São Paulo.** Ubatuba, 2016. Disponível em: <[http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-LN/11897/relatorio\\_1\\_pbh\\_ln\\_2016.zip](http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-LN/11897/relatorio_1_pbh_ln_2016.zip)> Acesso em: 14 jun. de 2018

SÃO PAULO (Estado). **Decreto N° 8.468 de 8 de setembro de 1976.** Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1976/decreto-8468-08.09.1976.html>> Acesso em: 16 jun. de 2018

SÃO PAULO (Estado). GERCO (Gerenciamento Costeiro). **Zoneamento Ecológico Econômico: Setor costeiro do Litoral Norte.** São Sebastião. Escala: 1:50.000. Disponível em: <<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cpla/2011/05/sao-sebastiao.pdf>> Acesso em: 14 jun. de 2018

SÃO PAULO (Estado); SÃO SEBASTIÃO (Município). **Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico.** São Sebastião, 2011. Disponível em: <[http://www.saneamento.sp.gov.br/PMS/UGRHI03/PMS\\_SAO\\_SEBASTIAO.pdf](http://www.saneamento.sp.gov.br/PMS/UGRHI03/PMS_SAO_SEBASTIAO.pdf)> Acesso em: 14 jun. de 2018

SINAPI. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. 2012. Disponível em:

<[http://agenciapcj.org.br/novo/images/stories/fehidro/SINAPI\\_SP\\_DEZ11.pdf](http://agenciapcj.org.br/novo/images/stories/fehidro/SINAPI_SP_DEZ11.pdf)> Acesso em: 22 nov. de 2018

SOUZA JÚNIOR, J. A. **Canta Sabiá... Canta: A História de Barra do Una**. São Paulo: edição do autor: 1995. 195 p.

TSUTIYA, M. T.; ALÉM SOBRINHO, P. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. 3. ed. Rio de Janeiro: Abes - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011. 547 p.

UNICAMP. Biblioteca Didática De Tecnologias Ambientais. **Lodos Ativados**. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~bdta/esgoto/lodosativados.html#sistbatelada>> Acesso em: 15 jun. de 2018

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Sistema Integrado de Bibliotecas da USP. **Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP: parte 1**. 3ª ed. São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.11606/9788573140606>> Acesso em: 15 jun. de 2018

VON SPERLING, M. **Lodos Ativados**. 2ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1997. 428 p.

**ANEXOS**

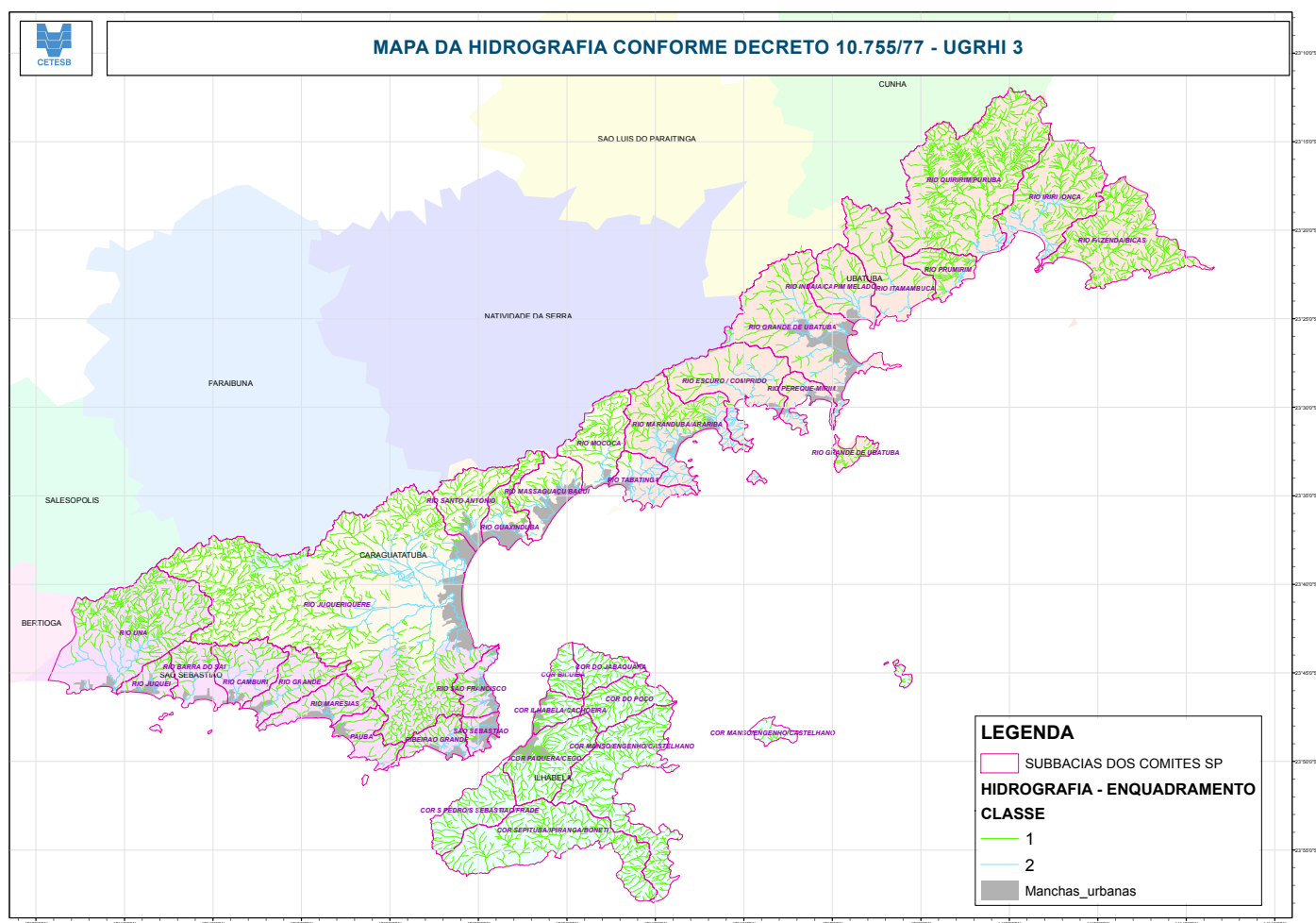
## **ANEXO 1 – Mapa do Zoneamento Ecológico**



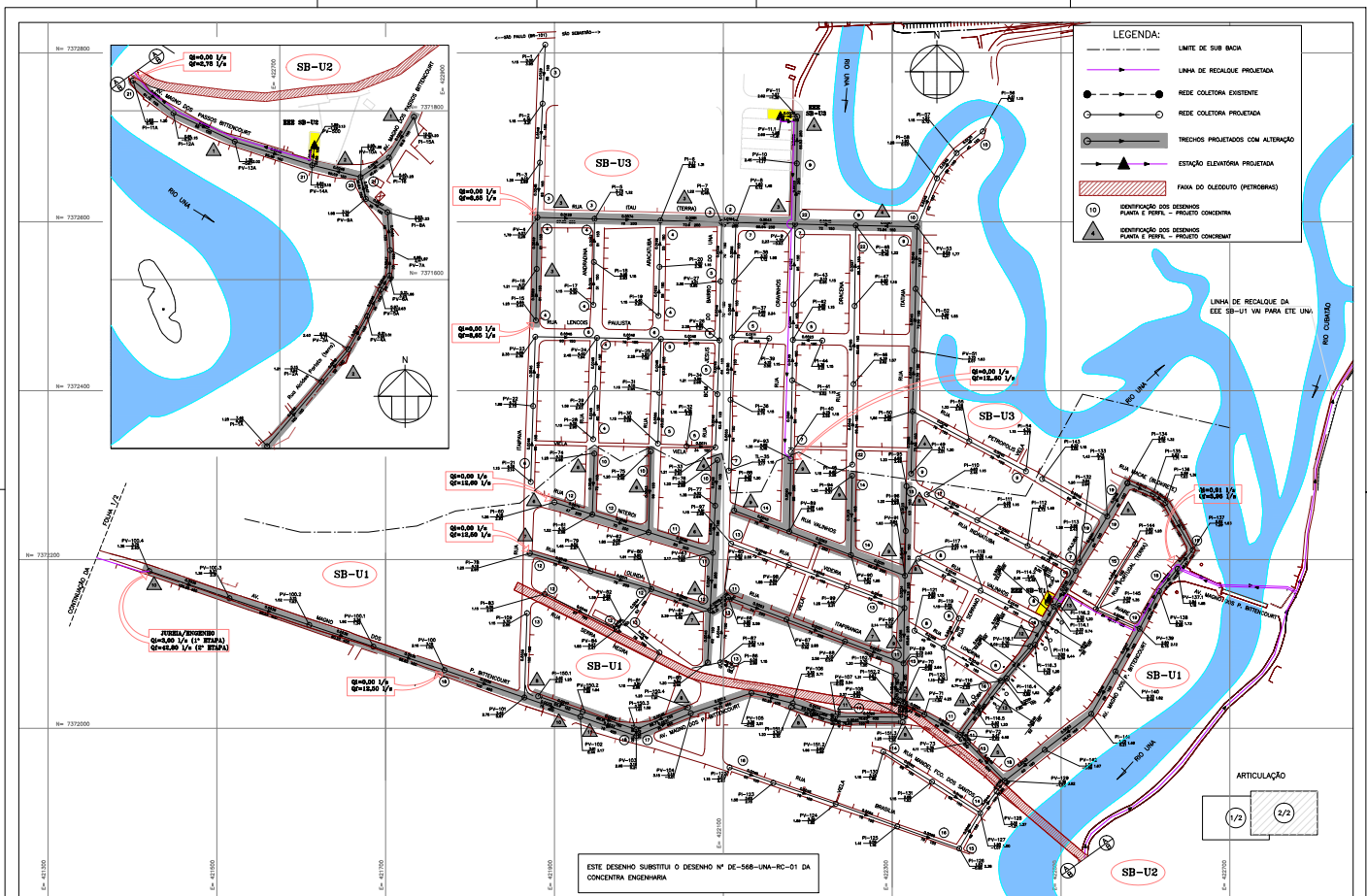
## **ANEXO II – Mapa da Hidrografia da Região**



# MAPA DA HIDROGRAFIA CONFORME DECRETO 10.755/77 - UGRHI 3




**ANEXO III – Planta da Rede Coletora realizada pela Sabesp**



Nº	DATA	REVISÃO	EXECUTADO POR	APROVADO POR	SARESP	DESENHOS DE REFERÊNCIA	NÚMERO	NOTAS	ANÁLISES	PROJETO	DEPARTAMENTO	PLANTA	ESCALA	Nº
1	11/04	REVISÃO	ECG	RA	RA				ANÁLISES	PROJETO	DEPARTAMENTO	PLANTA	ESCALA	Nº
2	11/04	REVISÃO	ECG	RA	RA				ANÁLISES	PROJETO	DEPARTAMENTO	PLANTA	ESCALA	Nº
3	11/04	REVISÃO	ECG	RA	RA				ANÁLISES	PROJETO	DEPARTAMENTO	PLANTA	ESCALA	Nº
4	11/04	REVISÃO	ECG	RA	RA				ANÁLISES	PROJETO	DEPARTAMENTO	PLANTA	ESCALA	Nº
5	11/04	REVISÃO	ECG	RA	RA				ANÁLISES	PROJETO	DEPARTAMENTO	PLANTA	ESCALA	Nº
6	11/04	REVISÃO	ECG	RA	RA				ANÁLISES	PROJETO	DEPARTAMENTO	PLANTA	ESCALA	Nº
7	11/04	REVISÃO	ECG	RA	RA				ANÁLISES	PROJETO	DEPARTAMENTO	PLANTA	ESCALA	Nº
8	11/04	REVISÃO	ECG	RA	RA				ANÁLISES	PROJETO	DEPARTAMENTO	PLANTA	ESCALA	Nº
9	11/04	REVISÃO	ECG	RA	RA				ANÁLISES	PROJETO	DEPARTAMENTO	PLANTA	ESCALA	Nº
10	11/04	REVISÃO	ECG	RA	RA				ANÁLISES	PROJETO	DEPARTAMENTO	PLANTA	ESCALA	Nº

**ANEXO IV – Carta da SABU à Sabesp**



São Sebastião, 22 de fevereiro de 2018.

Ofício Sabu 001/18 – E.T.E Barra do Una / Engenho

**SABESP RECEBIDO**  
 Protocolo de Documentação  
 Data: 26/02/18  
 Ass: [Assinatura]

**A**  
**SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo SP-SP**  
**A/C Sr. Jerson Kelman – Presidente**  
**C/C Sr. Luiz Paulo de Almeida Neto – Diretor de Sistemas Regionais**

Prezados Senhores

A **SABU** - Associação Sócio Comunitária Amigos de Barra do Una – é uma associação, Oscip, sem fins lucrativos, fundada em maio de 1976, que reúne os proprietários de imóveis na região de Barra do Una no Município de São Sebastião, englobando mais de 1.000 domicílios e cerca de 3.000 pessoas de população fixa, mais que dobrando este contingente na temporada.

A SABU tem por finalidades principais:


- I. Colaborar com o desenvolvimento ordenado, a preservação e a defesa ambiental do bairro de Barra do Una;
- II. Pleitear e fazer Termos de Parcerias junto aos poderes públicos, no que for necessário à solução dos problemas, presentes e futuros, dentro do bairro;
- III. Articular-se com todos os que quiserem e puderem colaborar no sentido de solucionar adequadamente as necessidades do bairro, de seus habitantes e freqüentadores;
- IV. Desenvolver atividades ligadas às questões sociais, de segurança, saúde, educação, meio ambiente, recreação, esportivas e culturais que estiverem ao seu alcance;
- V. Promover a ética às noções de cidadania, participação, dos direitos e deveres dentro da sociedade democrática, conforme as normas constitucionais do País, do Estado e do Município; e,
- VI. Promover e estimular o voluntariado dos cidadãos, através da efetiva participação em projetos da entidade de interesse comunitário.

Em 2010 foi projetado um sistema de coleta e tratamento de esgotos sanitários, abrangendo os bairros de Barra do Una e Engenho, com a previsão de 11.194,25 metros de rede coletora (já executada) atendendo a 828 ligações. As obras de execução das redes foram contratadas e concluídas ainda em 2014, porém o sistema de elevatórias e a estação de tratamento de esgotos, contratados com a Construtora Augusto Veloso Ltda., tiveram as obras paralisadas em 2014 por dificuldades financeiras da Construtora e ainda não foram retomadas.

Atualmente a rede coletora está concluída, mas necessita um desassoreamento, por não estar em uso, porém recebendo ligações clandestinas que agravam o problema de poluição do bairro.

- Associação Sócio Comunitária Amigos de Barra do Una - Av. B Jesus da Barra do Una, 306 - Barra do Una  
 São Sebastião - CEP: 13.674-215 - Tel (12) 3867 1700 – 99774 2391

**RECEBIDO**  
 R-26/02/18  
 Ass. [Assinatura]



Vários pontos da pavimentação das ruas apresentam afundamentos, muito provavelmente pelo fato dos PVs estarem repletos de água, tanto de chuva como do próprio lençol freático. Além disto, alguns reparos pontuais deverão ser necessários (poços de visita, nivelamento de alguns trechos). A Estação de Tratamento de Esgotos tem as suas obras civis concluídas. Os equipamentos de aeração dos tanques, de secagem do lodo e de cloração dos efluentes precisam ser instalados, assim como todo o sistema elétrico e de controle. Como houve depredação do prédio de administração e controle ele deverá ser reparado e obras de cercas, iluminação, pavimentação e paisagismo precisam ser executadas. O equipamento principal já foi adquirido pela SABESP e necessita ser montado.

Na estação elevatória principal nada foi executado. Haverá necessidade de uma escavação a nove metros de profundidade, utilizando a tecnologia "Jet Grouding" e a montagem dos sistemas elétricos, de controle e as bombas de recalque. O emissário, em conduto forçado, inclusive a travessia do rio Una, está concluído. As obras já concluídas consumiram investimentos de mais de R\$ 16 milhões, que não estão proporcionando o retorno financeiro e ambiental para os quais foram destinados. A conclusão desta elevatória e da ETE permitiriam o início de operação do sistema.

Três outras elevatórias mais simples atendem às sub-bacias que não podem ser esgotadas por gravidade e conduzem os esgotos até a elevatória principal. Nestas três elevatórias algumas obras civis pouco significativas foram executadas.

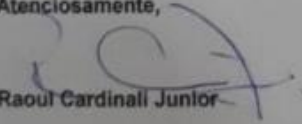
O orçamento previsto para a conclusão das obras atinge R\$ 10 milhões, e a verba está disponível. Os editais foram disponibilizados por duas vezes e as licitações foram canceladas por falta de competitividade, tendo havido um único licitante habilitado, provavelmente pelo porte da obra e pelas incertezas de um trabalho iniciado por terceiros.

É imperativo que a SABESP relicite a conclusão das obras deste sistema, evitando agravar os prejuízos financeiros de uma obra paralisada e em deterioração, que atingem mais de R\$ 1,5 milhão por ano, além dos notórios prejuízos ao meio ambiente e à balneabilidade das praias que recebem as águas dos rios Una e Cubatão, hoje sem tratamento dos esgotos que a eles afluem.

Caso não sejam tomadas providências imediatas visando à retomada das obras em curto espaço de tempo, além do prejuízo financeiro, o verão de 2018/2019 assistirá a um agravamento da situação sanitária do bairro, a perda de receita da SABESP e a poluição de praias paradisíacas, com o risco de transmissão de doenças e redução da atividade turística no local.

Cópia desta correspondência será encaminhada ao Ministério Público Estadual – Gaema, para que possa acompanhar as providências que, temos a certeza, a SABESP tomará.

Atenciosamente,

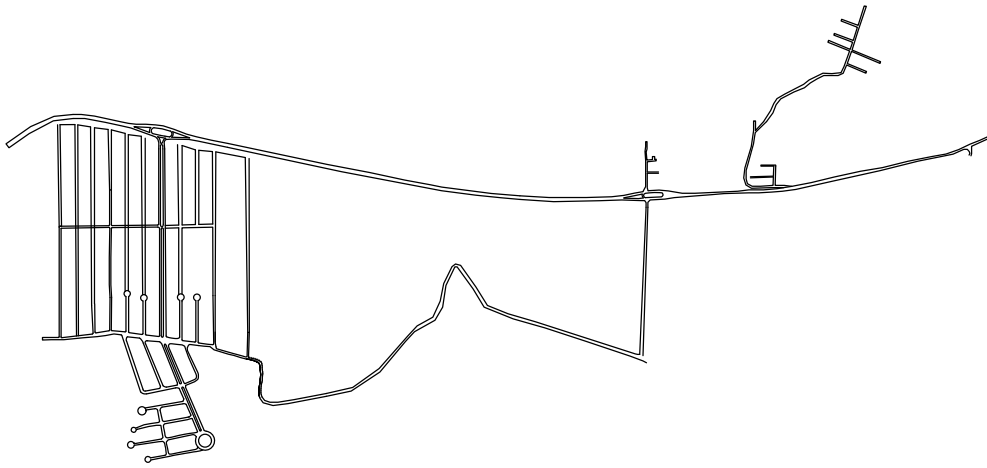


Raoul Cardinali Junior

Presidente da SABU

**ANEXO V – Planta gerada pelo grupo**

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



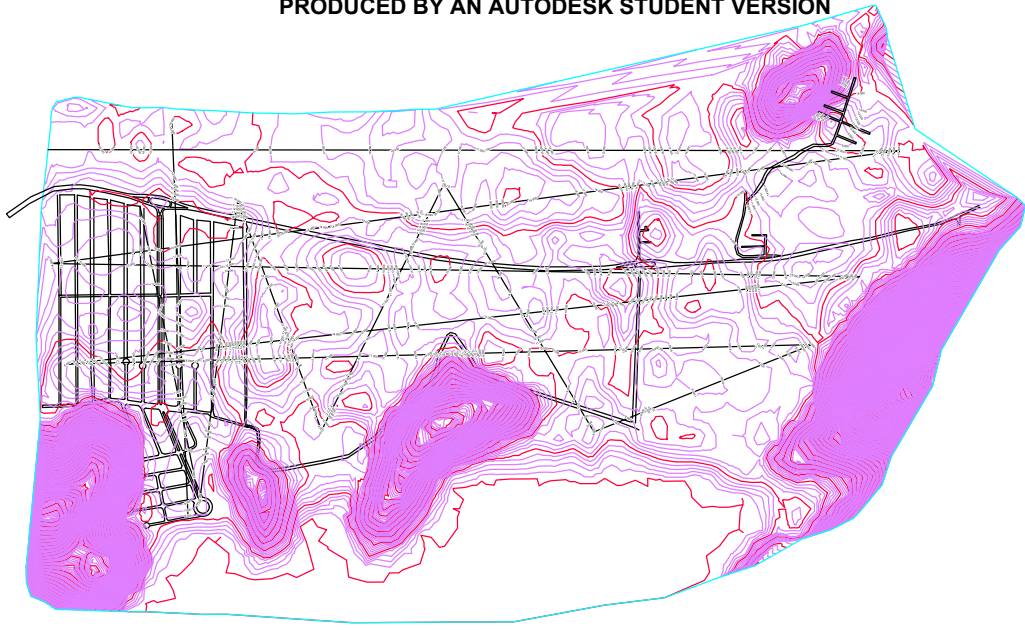
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

**ANEXO VI – Planta gerada pelo grupo com as curvas de nível**

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

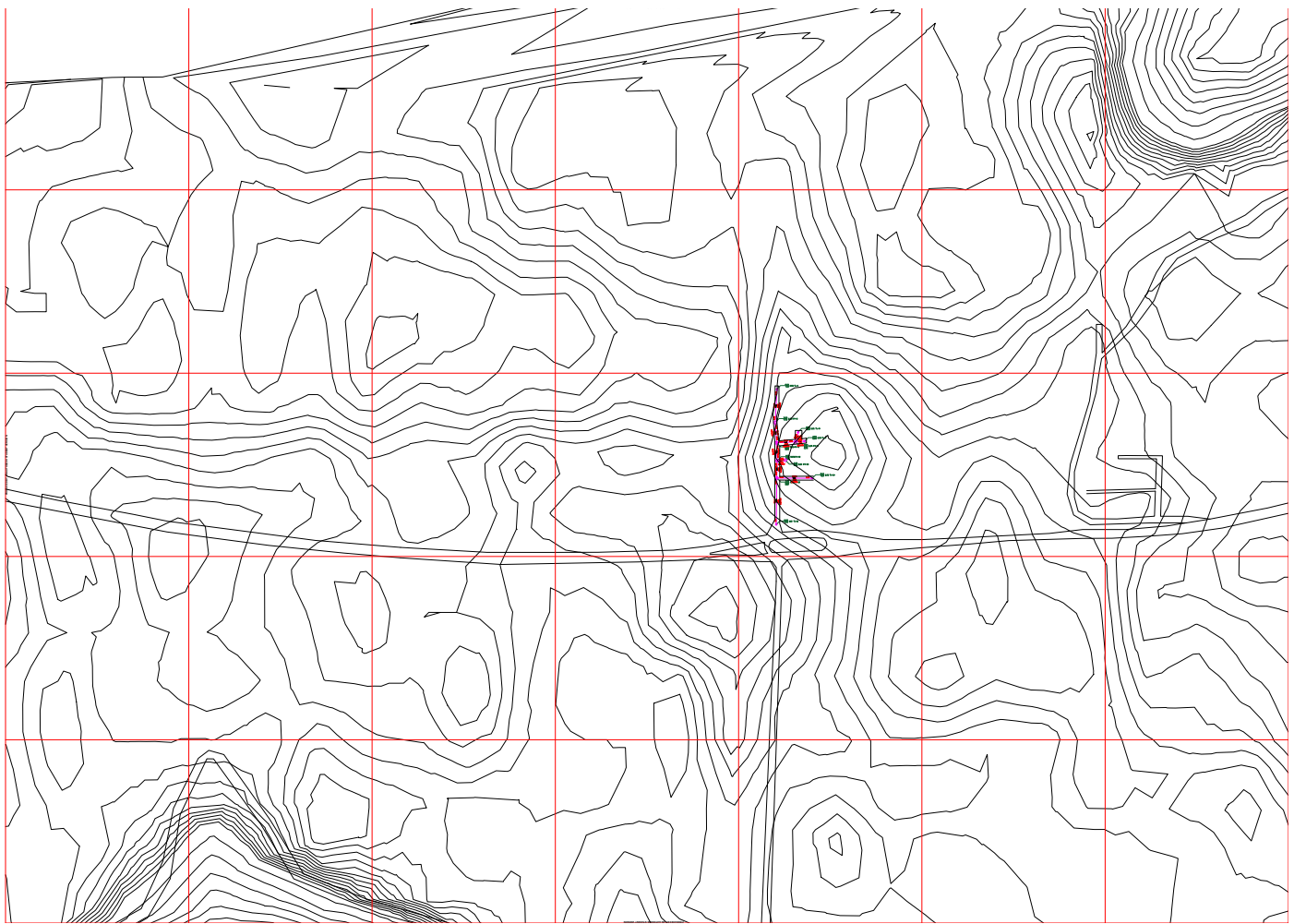


PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

**ANEXO VII – Traçado da Rede da Vila do Posto**



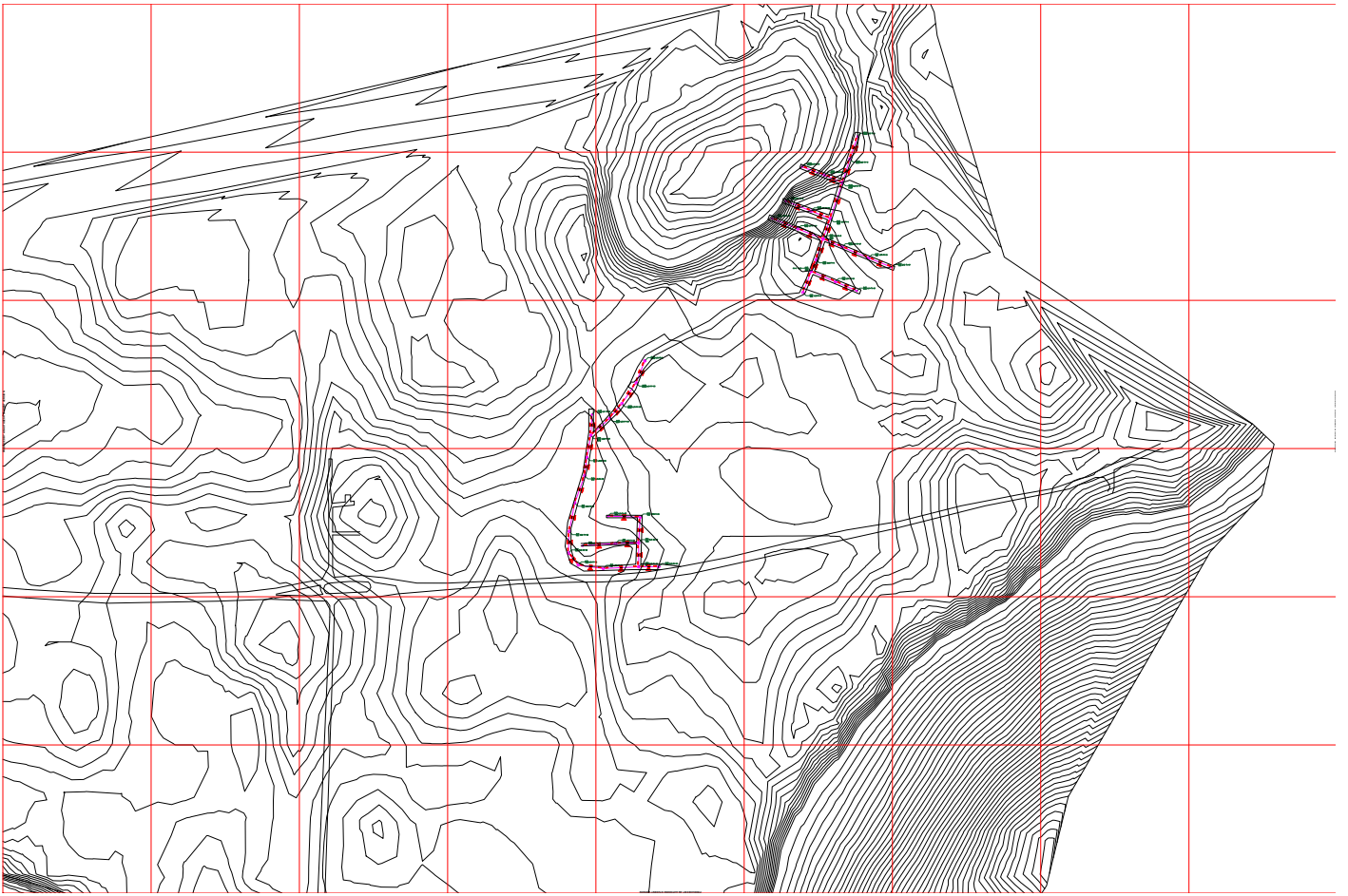
**ANEXO VIII – Planilha de Cálculo da Rede da Vila do Posto**

Coletor	Trecho	PV Int/PV Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s*km)	Cont. Ter. (L/s) ini/fim	Q Pont. (L/s) ini/fim	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Terreno (m)	Cota Coletor (m)	Recobr. Coletor (m)	Prof. vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s)	Árr. Int. (Pa)/Vc (m/s)	k (mm) ini/fim	Larg. Vala (m)
C1	T1	1	55,32	7,61	0,421	0	0	0,421	150	0,0138	8	7,1	0,75	0,9	0,19	0,65	2,34	0,85	0,8
		2		9,01	0,499	0	0	0,499			7,234	6,334	0,75	0,9	0,19	0,65	2,46	0,85	
	T2	2	33,49	7,61	0,255	0	0,421	0,676	150	0,0304	7,234	6,303	0,781	0,931	0,15	0,91	4,12	0,47	0,8
		3		9,01	0,302	0	0,499	0,8			6,217	5,286	0,781	0,931	0,15	0,91	2,21	0,47	
	T9	3	28,66	7,61	0,218	0	1,152	1,37	150	0,0045	6,217	3,622	2,445	2,595	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		10		9,01	0,258	0	1,364	1,622			6,027	3,492	2,385	2,535	0,27	0,43	2,87	1,2	
	T11	10	12,98	7,61	0,099	0	2,61	2,709	150	0,0035	6,027	3,492	2,385	2,535	0,37	0,45	1,04	1,2	0,8
		13		9,01	0,117	0	3,091	3,208			5,56	3,448	1,962	2,112	0,41	0,47	3,4	1,2	
C2	T6	7	15,09	7,61	0,115	0	0	0,115	150	0,0045	4,729	3,829	0,75	0,9	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		8		9,01	0,136	0	0	0,136			5	3,761	1,089	1,239	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T7	8	30,86	7,61	0,235	0	0,241	0,476	150	0,0045	5	3,761	1,089	1,239	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		3		9,01	0,278	0	0,285	0,564			6,217	3,622	2,445	2,595	0,26	0,42	2,82	1,2	
C3	T8	9	16,59	7,61	0,126	0	0	0,126	150	0,0141	5,234	4,325	0,759	0,909	0,19	0,65	2,37	0,84	0,8
		8		9,01	0,149	0	0	0,149			5	4,091	0,759	0,909	0,19	0,65	2,46	0,84	
C4	T10	11	76	7,61	0,578	0	0	0,578	150	0,0371	9,632	8,51	0,972	1,122	0,14	1	4,76	0,4	0,8
		12		9,01	0,685	0	0	0,685			6,811	5,689	0,972	1,122	0,14	1	2,15	0,4	
	T12	12	28,94	7,61	0,22	0	1,02	1,24	150	0,0045	6,811	3,87	2,79	2,94	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		10		9,01	0,261	0	1,208	1,469			6,027	3,74	2,137	2,287	0,26	0,42	2,82	1,2	
C5	T13	14	58,02	7,61	0,442	0	0	0,442	150	0,0045	5,032	4,132	0,75	0,9	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		12		9,01	0,523	0	0	0,523			6,811	3,87	2,79	2,94	0,26	0,42	2,82	1,2	

**ANEXO IX – Planilha de Cálculo de custos da Rede da Vila do Posto**

Descrição	Quantidade	Unidade	Custo (R\$)	Custo (R\$)	Custo Rede (R\$)
Trechos:			Fornecimento	Assentamento	
PVC vinilfort Tigre - NBR7362 - ø150	356	m	53	10	R\$22.429,55
Poços de Visita e similares:					
Poço de Visita (PV)	4	un		920,37	R\$6.273,60
PV com tubo de queda (TQ)	2	un		920,37	R\$5.094,85
Comprimento dos Tubos de queda:	3,5	m			
Reconstituição de Pavimentos:			Retirada	Colocação	
Sem revestimento	284,8	m²	0	0	R\$0,00
Escoramento:					
Contínuo	699,8	m²		30,4	R\$21.273,82
Sem escoramento	394,8	m²		10	R\$3.947,96
Acessórios:					
Curva PVC 90° diam. 150 mm:	5	un		32	R\$160,00
Tampao PVC diam. 150 mm:	5	un		10,59	R\$52,95
Total:					R\$59.232,73
Volume Escavação:			Escavação (R\$/m³)	Reaterro (R\$/m³)	Custo Escavação (R\$)
0 a 2 m:	407,31	m³	7,53	10,48	R\$3.067,04
2 a 4 m:	30,53	m³	9,16	10,48	R\$279,65
4 a 6 m:	0	m³	9,16	10,48	R\$0,00
Acima de 6m:	0	m³	9,16	10,48	R\$0,00
Volume Total:	437,84	m³			
Volume de Reaterro:	431,55	m³		10,48	R\$4.522,64
Custo total da escavação					
Total:					R\$7.869,34
				Custo Rede e Escavação	R\$67.102,07

**ANEXO X – Traçado da Rede da Vila dos Mineiros**



**ANEXO XI – Planilha de Cálculo da Rede da Vila dos Mineiros**

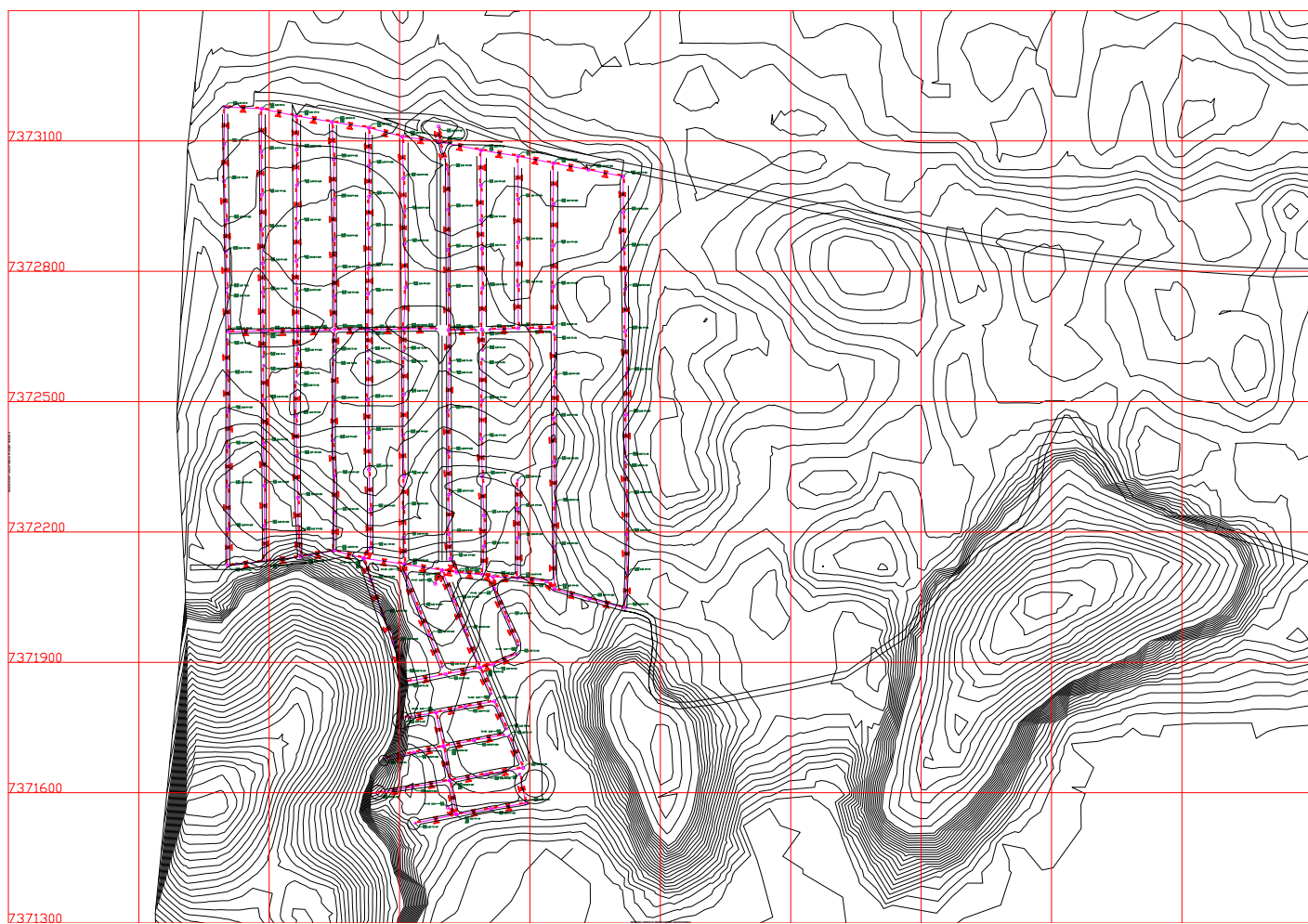
Coletor	Trecho	PV In/PV Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s*km)	Cont. Ter. (L/s) in/fm	Q Pont. (L/s) in/fm	Q Mont. (L/s) in/fm	Q Jus. (L/s) in/fm	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Terreno (m)	Cota Coletor (m)	Recebr. Coletor (m)	Prof. vala (m) mon/jus	y/D in/fm	V (m/s)	Arr. Inj. (Pa)/Vc (m/s)	k (mm) in/fm	Larg. Vala (m)
C1	T1	1	48,82	3,13	0,153	0	0	0,153	150	0,0045	17,036	16,136	0,75	0,9	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		2		3,63	0,177	0	0	0,177			17	15,916	0,934	1,084	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T2	2	50,64	3,13	0,158	0	0,153	0,311	150	0,0576	17	15,916	0,934	1,084	0,12	1,25	6,38	0,2	0,8
		3		3,63	0,184	0	0,177	0,361			13,9	13	0,75	0,9	0,12	1,26	1,99	0,2	
	T3	3	76,48	3,13	0,239	0	0,586	0,825	150	0,0454	13,9	12,454	1,296	1,446	0,13	1,1	5,48	0,32	0,8
		4		3,63	0,278	0	0,68	0,958			10,424	8,979	1,296	1,446	0,13	1,11	2,08	0,32	
	T4	4	44,09	3,13	0,138	0	1,13	1,268	150	0,0045	10,424	6,639	3,635	3,785	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		5		3,63	0,16	0	1,313	1,473			8,989	6,44	2,398	2,548	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T5	5	43,71	3,13	0,137	0	2,088	2,225	150	0,0037	8,989	5,454	3,385	3,535	0,33	0,43	1	1,2	0,8
		6		3,63	0,159	0	2,425	2,584			7,952	5,294	2,508	2,658	0,36	0,45	3,24	1,2	
C2	T6	6	26,31	3,13	0,082	0	2,225	2,307	150	0,0036	7,952	5,294	2,508	2,658	0,34	0,43	1	1,2	0,8
		7		3,63	0,096	0	2,584	2,68			8,049	5,2	2,699	2,849	0,37	0,45	3,27	1,2	
	T7	7	45,57	3,13	0,142	0	2,623	2,765	150	0,0034	8,049	5,2	2,699	2,849	0,38	0,45	1,04	1,2	0,8
		8		3,63	0,165	0	3,047	3,212			9,29	5,044	4,096	4,246	0,41	0,47	3,41	1,2	
	T8	9	49,19	3,13	0,154	0	0	0,154	150	0,2414	30	28,225	1,625	1,775	0,08	2,32	17,96	0,06	0,8
		10		3,63	0,179	0	0	0,179			18,125	16,35	1,625	1,775	0,08	2,32	1,64	0,06	
	T9	10	38,72	3,13	0,121	0	0,154	0,275	150	0,0865	18,125	16,35	1,625	1,775	0,11	1,49	8,58	0,15	0,8
		3		3,63	0,141	0	0,179	0,319			13,9	13	0,75	0,9	0,11	1,51	1,88	0,15	
	T10	11	55,81	3,13	0,174	0	0	0,174	150	0,1574	19,714	15,614	3,95	4,1	0,09	1,98	12,98	0,06	0,8
		12		3,63	0,203	0	0	0,203			10,929	6,829	3,95	4,1	0,09	1,98	1,72	0,06	
C3	T11	12	41,92	3,13	0,131	0	0,174	0,305	150	0,0045	10,929	6,829	3,95	4,1	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		4		3,63	0,152	0	0,203	0,355			10,424	6,639	3,635	3,785	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T12	13	56,89	3,13	0,178	0	0	0,178	150	0,2168	20	18,034	1,816	1,966	0,08	2,23	16,54	0,06	0,8
		14		3,63	0,207	0	0	0,207			7,667	5,701	1,816	1,966	0,08	2,23	1,66	0,06	
	T13	14	54,75	3,13	0,171	0	0,178	0,349	150	0,0045	7,667	5,701	1,816	1,966	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		5		3,63	0,199	0	0,207	0,405			8,989	5,454	3,385	3,535	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T14	15	51,12	3,13	0,16	0	0	0,16	150	0,0045	11	10,1	0,75	0,9	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		16		3,63	0,186	0	0	0,186			11,121	9,869	1,102	1,252	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T15	16	57,31	3,13	0,179	0	0,16	0,339	150	0,0131	11,121	9,869	1,102	1,252	0,19	0,63	2,25	0,89	0,8
		17		3,63	0,208	0	0,186	0,394			10,016	9,116	0,75	0,9	0,19	0,63	2,48	0,89	
C4	T16	17	42,34	3,13	0,132	0	0,339	0,471	150	0,0243	10,016	8,777	1,089	1,239	0,16	0,83	3,5	0,54	0,8
		5		3,63	0,154	0	0,394	0,547			8,989	7,749	1,089	1,239	0,16	0,83	2,28	0,54	
	T17	18	47,48	3,13	0,148	0	0	0,148	150	0,0198	9,467	8,231	1,086	1,236	0,17	0,77	3,01	0,59	0,8
		19		3,63	0,172	0	0	0,172			8,526	7,289	1,086	1,236	0,17	0,77	2,33	0,58	
	T18	19	53,69	3,13	0,168	0	0,148	0,316	150	0,0045	8,526	7,289	1,086	1,236	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		7		3,63	0,195	0	0,172	0,367			8,049	7,047	0,852	1,002	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T20	21	48,13	3,13	0,15	2,765	2,765	2,915	150	0,0033	13,604	12,704	0,75	0,9	0,39	0,45	1,04	1,2	0,8
		22		3,63	0,175	3,212	3,212	3,387			14,021	12,544	1,327	1,477	0,43	0,47	3,45	1,2	
	T21	22	50,47	3,13	0,158	0	2,915	3,073	150	0,0053	14,021	12,544	1,327	1,477	0,35	0,55	1,53	1,08	0,8
		23		3,63	0,183	0	3,387	3,57			13,176	12,276	0,75	0,9	0,38	0,57	3,31	1,02	
C7	T22	23	39,23	3,13	0,123	0	3,073	3,196	150	0,0326	13,176	12,247	0,779	0,929	0,2	1,29	5,74	0,19	0,8

		24		3,63	0,142	0	3,57	3,712			11,897	10,967	0,779	0,929	0,21	1,35	2,6	0,18	
	T23	24	51,37	3,13	0,161	0	3,196	3,356	150	0,0383	11,897	10,669	1,077	1,227	0,19	1,4	6,6	0,17	0,8
		25		3,63	0,186	0	3,712	3,899			9,899	8,701	1,048	1,198	0,21	1,47	2,57	0,16	
	T24	25	45,64	3,13	0,143	0	3,49	3,632	150	0,0029	9,899	8,701	1,048	1,198	0,46	0,46	1,03	1,2	0,8
		26		3,63	0,166	0	4,054	4,219			10	8,566	1,284	1,434	0,5	0,47	3,64	1,2	
	T25	26	37,15	3,13	0,116	0	3,632	3,748	150	0,0029	10	8,566	1,284	1,434	0,47	0,46	1,02	1,2	0,8
		27		3,63	0,135	0	4,219	4,354			9,442	8,459	0,833	0,983	0,51	0,48	3,67	1,2	
	T26	27	58,65	3,13	0,183	0	3,748	3,932	150	0,0058	9,442	8,459	0,833	0,983	0,39	0,62	1,78	0,92	0,8
		28		3,63	0,213	0	4,354	4,567			9,021	8,121	0,75	0,9	0,42	0,65	3,43	0,84	
	T27	28	58,73	3,13	0,184	0	3,932	4,115	150	0,0028	9,021	8,121	0,75	0,9	0,5	0,46	1,02	1,2	0,8
		29		3,63	0,213	0	4,567	4,78			9,001	7,959	0,892	1,042	0,55	0,48	3,75	1,2	
	T28	29	43,79	3,13	0,137	0	4,115	4,252	150	0,0048	9,001	7,959	0,892	1,042	0,43	0,59	1,6	1	0,8
		30		3,63	0,159	0	4,78	4,939			8,649	7,749	0,75	0,9	0,47	0,61	3,56	0,93	
	T29	30	31,12	3,13	0,097	0	4,252	4,349	150	0,0045	8,649	7,749	0,75	0,9	0,44	0,57	1,53	1,03	0,8
		31		3,63	0,113	0	4,939	5,052			8,508	7,608	0,75	0,9	0,48	0,6	3,6	0,96	
	T30	31	51,13	3,13	0,16	0	4,349	4,509	150	0,0026	8,508	7,608	0,75	0,9	0,54	0,46	1,01	1,2	0,8
		32		3,63	0,186	0	5,052	5,238			8,996	7,474	1,372	1,522	0,59	0,48	3,83	1,2	
	T31	32	71,48	3,13	0,223	0	4,509	4,733	150	0,0026	8,996	7,474	1,372	1,522	0,56	0,46	1,01	1,2	0,8
		33		3,63	0,26	0	5,238	5,497			9,789	7,291	2,348	2,498	0,62	0,48	3,86	1,2	
	T32	33	40,61	3,13	0,127	0	5,608	5,735	150	0,0023	9,789	7,291	2,348	2,498	0,66	0,46	0,99	1,2	0,8
		34		3,63	0,147	0	6,515	6,662			11	7,197	3,653	3,803	0,74	0,48	3,99	1,2	
C8	T33	35	65,68	3,13	0,205	0	0	0,205	150	0,0045	10,004	9,104	0,75	0,9	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		36		3,63	0,238	0	0	0,238			11,095	8,807	2,138	2,288	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T34	36	51,96	3,13	0,162	0	0,205	0,368	150	0,0045	11,095	8,807	2,138	2,288	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		37		3,63	0,189	0	0,238	0,427			9,844	8,573	1,121	1,271	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T35	37	48,38	3,13	0,151	0	0,724	0,876	150	0,0045	9,844	7,677	2,017	2,167	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		38		3,63	0,176	0	0,842	1,017			9,789	7,459	2,18	2,33	0,26	0,42	2,82	1,2	
C9	T36	38	68,1	3,13	0,213	0	0	0,213	150	0,0045	9,092	8,192	0,75	0,9	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		39		3,63	0,247	0	0	0,247			9,158	7,885	1,123	1,273	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T37	39	46,07	3,13	0,144	0	0,213	0,357	150	0,0045	9,158	7,885	1,123	1,273	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		40		3,63	0,167	0	0,247	0,414			9,844	7,677	2,017	2,167	0,26	0,42	2,82	1,2	
C10	T38	40	42,68	3,13	0,133	0	0	0,133	150	0,0106	10,35	9,19	1,01	1,16	0,21	0,57	1,92	1,02	0,8
		25		3,63	0,155	0	0	0,155			9,899	8,739	1,01	1,16	0,21	0,57	2,56	1,02	

**ANEXO XII – Planilha de Cálculo de custos da Rede da Vila dos Mineiros**

Descrição	Quantidade	Unidade	Custo (R\$)	Custo (R\$)	Custo Rede (R\$)
Trechos:			Fornecimento	Assentamento	
PVC vinilfort Tigre - NBR7362 - ø150	1839	m	53	10	R\$115.859,00
Poços de Visita e similares:					
Poço de Inspeção (PI)	1	un		500	R\$450,00
Poço de Visita (PV)	25	un		920,37	R\$39.921,77
PV com tubo de queda (TQ)	4	un		920,37	R\$11.353,61
Comprimento dos Tubos de queda:	8,4	m			
Reconstituição de Pavimentos:			Retirada	Colocação	
Sem revestimento	1468,2	m²	0	0	R\$0,00
Escoramento:					
Contínuo	649,8	m²		30,4	R\$19.755,17
Descontínuo	1054,6	m²		13,2	R\$13.921,10
Especial	1107	m²		22,24	R\$24.619,65
Metálico e Madeira	1111,5	m²		51,61	R\$57.365,03
Pontalete	123,8	m²		2,78	R\$344,28
Sem escoramento	2248,5	m²		10	R\$22.485,03
Acessórios:					
Curva PVC 90° diam. 150 mm:	9	un		32	R\$288,00
Tampao PVC diam. 150 mm:	9	un		10,59	R\$95,31
				Total:	R\$306.457,92
Volume Escavação:			Escavação (R\$/m³)	Reaterro (R\$/m³)	Custo Escavação (R\$)
0 a 2 m:	2127,01	m³	7,53	10,48	R\$16.016,39
2 a 4 m:	386,67	m³	9,16	10,48	R\$3.541,90
4 a 6 m:	4,46	m³	9,16	10,48	R\$40,85
Acima de 6m:	0	m³	9,16	10,48	R\$0,00
Volume Total:	2518,13	m³			
Volume de Reaterro:	2485,63	m³		10,48	R\$26.049,40
				Total:	R\$45.648,54
				Custo Rede e Escavação	R\$352.106,46

**ANEXO XIII – Traçado da Rede da Juréia**



**ANEXO XIV – Planilha de Cálculo da Rede da Jureia**

Coletor	Trecho	PV In/PV Fim	Ext. (m)	Cont. Lm. (L/s*km)	Cont. Ter. (L/s) ini/fim	Q Pont. (L/s) ini/fim	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Terreno (m)	Cota Coletor (m)	Recobr. Coletor (m)	Prof. valo (m) mont/jus	y/D ini/fim	V (m/s)	Ar. Inj. (Pa)/Vc (m/s)	k (mm) ini/fim	Large. Valo (m)
C1	T8	9	60,81	2,39	0,145	0	0	0,145	150	0,0081	12,493	11,297	1,046	1,196	0,22	0,51	1,58	1,17	0,8
		10		2,75	0,167	0	0	0,167			12	10,804	1,046	1,196	0,22	0,51	2,65	1,16	
	T133	10	88,5	2,39	0,212	0	0,557	0,768	150	0,0045	12	10,592	1,258	1,408	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		136		2,75	0,243	0	0,64	0,884			12	10,192	1,658	1,808	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T120	136	66,93	2,39	0,16	0	0,768	0,928	150	0,0045	12	10,192	1,658	1,808	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		123		2,75	0,184	0	0,884	1,067			12,006	9,89	1,966	2,116	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T122	123	76,97	2,39	0,184	0	0,928	1,112	150	0,0045	12,006	9,89	1,966	2,116	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		125		2,75	0,212	0	1,067	1,279			12,065	9,543	2,373	2,523	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T108	125	80,99	2,39	0,194	0	1,112	1,306	150	0,0045	12,065	9,543	2,373	2,523	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		111		2,75	0,223	0	1,279	1,502			12,344	9,177	3,017	3,167	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T121	111	98,59	2,39	0,236	0	1,306	1,542	150	0,0044	12,344	9,177	3,017	3,167	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		124		2,75	0,271	0	1,502	1,773			11,527	8,739	2,638	2,788	0,28	0,43	2,93	1,2	
	T9	124	99,26	2,39	0,237	0	1,542	1,779	150	0,0041	11,527	8,739	2,638	2,788	0,29	0,42	1	1,2	0,8
		3		2,75	0,273	0	1,773	2,046			10,52	8,33	2,04	2,19	0,31	0,44	3,05	1,2	
	T3	3	80,94	2,39	0,194	0	2,983	3,176	150	0,0032	10,52	8,33	2,04	2,19	0,42	0,45	1,03	1,2	0,8
		4		2,75	0,223	0	3,43	3,652			9,98	8,074	1,756	1,906	0,45	0,47	3,52	1,2	
	T4	4	83,5	2,39	0,2	0	4,95	5,149	150	0,0025	9,98	8,074	1,756	1,906	0,6	0,46	1	1,2	0,8
		5		2,75	0,23	0	5,691	5,921			9,772	7,869	1,753	1,903	0,66	0,48	3,92	1,2	
	T5	5	85,85	2,39	0,205	0	6,584	6,789	200	0,0022	9,772	7,819	1,753	1,953	0,46	0,48	1,02	1,2	0,85
		6		2,75	0,236	0	7,57	7,806			9,718	7,631	1,887	2,087	0,5	0,5	4,21	1,2	
	T6	6	80,13	2,39	0,192	0	8,021	8,213	200	0,002	9,718	7,631	1,887	2,087	0,53	0,48	1,01	1,2	0,85
		7		2,75	0,22	0	9,223	9,443			10,846	7,473	3,173	3,373	0,58	0,5	4,39	1,2	
	T7	7	86,26	2,39	0,206	0	9,747	9,953	200	0,0018	10,846	7,473	3,173	3,373	0,62	0,49	0,99	1,2	0,85
		8		2,75	0,237	0	11,207	11,445			8,972	7,318	1,454	1,654	0,69	0,5	4,56	1,2	
	T32	8	36,07	2,39	0,086	0	17,161	17,248	250	0,0014	8,972	6,968	1,754	2,004	0,66	0,5	0,98	1,19	0,9
		35		2,75	0,099	0	19,732	19,831			8,866	6,918	1,698	1,948	0,73	0,51	5,15	1,16	
C2	T12	13	51,22	2,39	0,122	0	0	0,122	150	0,0054	12,992	12,092	0,75	0,9	0,25	0,44	1,16	1,2	0,8
		14		2,75	0,141	0	0	0,141			12,714	11,814	0,75	0,9	0,25	0,44	2,77	1,2	
	T127	14	77,24	2,39	0,185	0	0,291	0,475	150	0,0045	12,714	11,814	0,75	0,9	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		130		2,75	0,212	0	0,334	0,547			12,99	11,466	1,374	1,524	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T140	130	59,28	2,39	0,142	0	0,475	0,617	150	0,0045	12,99	11,466	1,374	1,524	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		143		2,75	0,163	0	0,547	0,71			13	11,198	1,652	1,802	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T110	143	71,54	2,39	0,171	0	0,617	0,788	150	0,0045	13	11,198	1,652	1,802	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		113		2,75	0,197	0	0,71	0,906			13,516	10,875	2,491	2,641	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T137	113	91,81	2,39	0,22	0	0,788	1,008	150	0,0045	13,516	10,875	2,491	2,641	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		140		2,75	0,252	0	0,906	1,159			13,001	10,46	2,39	2,54	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T128	140	92,07	2,39	0,22	0	1,008	1,228	150	0,0045	13,001	10,46	2,39	2,54	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		131		2,75	0,253	0	1,159	1,412			12,041	10,045	1,846	1,996	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T13	131	86,56	2,39	0,207	0	1,228	1,435	150	0,0136	12,041	9,989	1,902	2,052	0,19	0,64	2,3	0,86	0,8
		5		2,75	0,238	0	1,412	1,65			9,772	8,816	0,806	0,956	0,2	0,66	2,52	0,81	
C3	T14	15	51,2	2,39	0,122	0	0	0,122	150	0,0196	14,045	13,145	0,751	0,901	0,17	0,76	2,99	0,59	0,8
		16		2,75	0,141	0	0	0,141			13,04	12,139	0,751	0,901	0,17	0,77	2,34	0,59	
	T130	16	82,1	2,39	0,196	0	0,122	0,319	150	0,007	13,04	11,97	0,92	1,07	0,23	0,48	1,4	1,2	0,8
		133		2,75	0,226	0	0,141	0,366			12,468	11,399	0,919	1,069	0,23	0,48	2,69	1,2	
	T139	133	58,65	2,39	0,14	0	0,319	0,459	150	0,0045	12,468	11,399	0,919	1,069	0,26	0,42	1	1,2	0,8

		142		2,75	0,161	0	0,366	0,528			12,893	11,134	1,609	1,759	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T111	142	91,25	2,39	0,218	0	0,459	0,677	150	0,0045	12,893	11,134	1,609	1,759	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		114		2,75	0,251	0	0,528	0,779			13,66	10,722	2,788	2,938	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T138	114	73,37	2,39	0,175	0	0,677	0,853	150	0,0045	13,66	10,722	2,788	2,938	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		141		2,75	0,202	0	0,779	0,98			13	10,391	2,459	2,609	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T129	141	71,26	2,39	0,17	0	0,853	1,023	150	0,0045	13	10,391	2,459	2,609	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		132		2,75	0,196	0	0,98	1,176			11,853	10,069	1,634	1,784	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T15	132	87,39	2,39	0,209	0	1,023	1,232	150	0,0143	11,853	9,963	1,74	1,89	0,19	0,66	2,39	0,83	0,8
		6		2,75	0,24	0	1,176	1,416			9,718	8,711	0,857	1,007	0,19	0,66	2,45	0,82	
C4	T16	17	52	2,39	0,124	0	0	0,124	150	0,0241	12,903	11,784	0,97	1,12	0,16	0,83	3,48	0,54	0,8
		18		2,75	0,143	0	0	0,143			11,649	10,529	0,97	1,12	0,16	0,83	2,28	0,54	
	T131	18	95,08	2,39	0,227	0	0,476	0,704	150	0,0045	11,649	10,529	0,97	1,12	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		134		2,75	0,261	0	0,548	0,809			12	10,1	1,75	1,9	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T112	134	99,67	2,39	0,238	0	0,704	0,942	150	0,0045	12	10,1	1,75	1,9	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		115		2,75	0,274	0	0,809	1,083			11,951	9,65	2,151	2,301	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T132	115	75,04	2,39	0,179	0	0,942	1,121	150	0,0045	11,951	9,65	2,151	2,301	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		135		2,75	0,206	0	1,083	1,289			11,558	9,311	2,097	2,247	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T141	135	76,32	2,39	0,182	0	1,121	1,304	150	0,0045	11,558	9,311	2,097	2,247	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		144		2,75	0,21	0	1,289	1,499			11,173	8,966	2,056	2,206	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T17	144	96,43	2,39	0,231	0	1,304	1,534	150	0,0045	11,173	8,966	2,056	2,206	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		7		2,75	0,265	0	1,499	1,764			10,846	8,536	2,16	2,31	0,28	0,43	2,93	1,2	
C5	T18	19	92,06	2,39	0,22	0	0	0,22	150	0,0059	13,117	12,217	0,75	0,9	0,24	0,46	1,23	1,2	0,8
		20		2,75	0,253	0	0	0,253			12,577	11,677	0,75	0,9	0,24	0,46	2,75	1,2	
	T19	20	80,02	2,39	0,191	0	0,22	0,411	150	0,0072	12,577	11,169	1,258	1,408	0,23	0,49	1,44	1,2	0,8
		10		2,75	0,22	0	0,253	0,473			12	10,592	1,258	1,408	0,23	0,49	2,68	1,2	
C6	T20	21	67,19	2,39	0,161	0	0	0,161	150	0,0045	12	10,837	1,013	1,163	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		12		2,75	0,185	0	0	0,185			11,743	10,534	1,059	1,209	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T134	12	85,17	2,39	0,204	0	0,591	0,795	150	0,0045	11,743	10,534	1,059	1,209	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		137		2,75	0,234	0	0,68	0,914			12,585	10,15	2,285	2,435	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T126	137	75,85	2,39	0,181	0	0,795	0,976	150	0,0045	12,585	10,15	2,285	2,435	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		129		2,75	0,209	0	0,914	1,122			13,543	9,807	3,585	3,735	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T109	129	86,2	2,39	0,206	0	0,976	1,182	150	0,0045	13,543	9,807	3,585	3,735	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		112		2,75	0,237	0	1,122	1,359			13,43	9,418	3,862	4,012	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T136	112	87,78	2,39	0,21	0	1,182	1,392	150	0,0045	13,43	9,418	3,862	4,012	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		139		2,75	0,241	0	1,359	1,601			12,495	9,022	3,323	3,473	0,27	0,42	2,86	1,2	
	T125	139	81,79	2,39	0,196	0	1,392	1,588	150	0,0044	12,495	9,022	3,323	3,473	0,27	0,42	1	1,2	0,8
		128		2,75	0,225	0	1,601	1,825			11,227	8,664	2,414	2,564	0,29	0,44	2,95	1,2	
	T11	128	77,64	2,39	0,186	0	1,588	1,773	150	0,0041	11,227	8,664	2,414	2,564	0,29	0,42	1	1,2	0,8
		4		2,75	0,213	0	1,825	2,039			9,98	8,344	1,486	1,636	0,31	0,44	3,04	1,2	
C7	T21	22	75,2	2,39	0,18	0	0	0,18	150	0,0096	12,464	11,365	0,949	1,099	0,21	0,55	1,79	1,08	0,8
		12		2,75	0,207	0	0	0,207			11,743	10,644	0,949	1,099	0,21	0,55	2,59	1,07	
C8	T23	24	74,39	2,39	0,178	0	0	0,178	150	0,0047	12	10,963	0,887	1,037	0,25	0,42	1,04	1,2	0,8
		18		2,75	0,205	0	0	0,205			11,649	10,611	0,887	1,037	0,25	0,42	2,81	1,2	
C9	T24	25	72,82	2,39	0,174	0	0	0,174	150	0,0186	13	11,884	0,966	1,116	0,17	0,74	2,86	0,61	0,8
		18		2,75	0,2	0	0	0,2			11,649	10,533	0,966	1,116	0,17	0,75	2,35	0,6	
C10	T25	26	70,39	2,39	0,168	0	0	0,168	150	0,0046	13,037	12,137	0,75	0,9	0,26	0,42	1,01	1,2	0,8
		14		2,75	0,194	0	0	0,194			12,714	11,814	0,75	0,9	0,26	0,42	2,82	1,2	
C11	T26	27	48,73	2,39	0,117	0	0	0,117	150	0,0064	13,072	12,14	0,782	0,932	0,24	0,47	1,31	1,2	0,8
		28		2,75	0,134	0	0	0,134			12,76	11,828	0,782	0,932	0,24	0,47	2,72	1,2	
	T145	28	94,82	2,39	0,227	0	0,117	0,343	150	0,0051	12,76	11,828	0,782	0,932	0,25	0,44	1,11	1,2	0,8
		148		2,75	0,261	0	0,134	0,395			12,24	11,34	0,75	0,9	0,25	0,44	2,78	1,2	

	T114	148	90,82	2,39	0,217	0	0,343	0,56	150	0,0119	12,24	11,34	0,75	0,9	0,2	0,6	2,09	0,95	0,8
		117		2,75	0,25	0	0,395	0,644			11,164	10,264	0,75	0,9	0,2	0,6	2,52	0,95	
	T146	117	65,59	2,39	0,157	0	0,56	0,717	150	0,0178	11,164	10,135	0,879	1,029	0,17	0,73	2,78	0,65	0,8
		149		2,75	0,18	0	0,644	0,825			9,998	8,969	0,879	1,029	0,17	0,73	2,37	0,65	
	T144	149	80,72	2,39	0,193	0	0,717	0,91	150	0,0099	9,998	8,837	1,011	1,161	0,21	0,56	1,83	1,06	0,8
		147		2,75	0,222	0	0,825	1,047			9,071	8,039	0,882	1,032	0,21	0,56	2,58	1,06	
	T27	147	80,88	2,39	0,193	0	0,91	1,104	150	0,0045	9,071	7,729	1,192	1,342	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		29		2,75	0,222	0	1,047	1,269			8,579	7,364	1,065	1,215	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T33	29	96,7	2,39	0,231	0	5,598	5,829	150	0,0023	8,579	7,291	1,138	1,288	0,67	0,46	0,99	1,2	0,8
		8		2,75	0,266	0	6,437	6,702			8,972	7,068	1,754	1,904	0,75	0,47	3,99	1,2	
C12	T35	36	63,54	2,39	0,152	0	0	0,152	150	0,0174	13,106	11,985	0,971	1,121	0,18	0,72	2,74	0,67	0,8
		37		2,75	0,175	0	0	0,175			12	10,879	0,971	1,121	0,18	0,72	2,38	0,67	
	T143	37	92,52	2,39	0,221	0	0,338	0,559	150	0,0045	12	10,832	1,018	1,168	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		146		2,75	0,254	0	0,388	0,643			12	10,414	1,436	1,586	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T113	146	92,53	2,39	0,221	0	0,559	0,78	150	0,007	12	10,414	1,436	1,586	0,23	0,49	1,41	1,2	0,8
		116		2,75	0,254	0	0,643	0,897			10,667	9,767	0,75	0,9	0,23	0,49	2,69	1,2	
	T142	116	92,53	2,39	0,221	0	0,78	1,001	150	0,0101	10,667	9,469	1,048	1,198	0,21	0,56	1,85	1,05	0,8
		145		2,75	0,254	0	0,897	1,151			9,736	8,538	1,048	1,198	0,21	0,56	2,57	1,05	
	T36	145	92,52	2,39	0,221	0	1,001	1,223	150	0,0045	9,736	8,538	1,048	1,198	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		38		2,75	0,254	0	1,151	1,406			9,315	8,121	1,044	1,194	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T37	38	65,38	2,39	0,156	0	1,223	1,379	150	0,0045	9,315	8,121	1,044	1,194	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		8		2,75	0,18	0	1,406	1,585			8,972	7,826	0,997	1,147	0,27	0,42	2,86	1,2	
C13	T38	39	66,08	2,39	0,158	0	0	0,158	150	0,009	12,808	11,9	0,758	0,908	0,22	0,54	1,7	1,11	0,8
		40		2,75	0,182	0	0	0,182			12,214	11,306	0,758	0,908	0,22	0,54	2,61	1,11	
	T147	40	99,07	2,39	0,237	0	0,158	0,395	150	0,0126	12,214	10,968	1,096	1,246	0,2	0,62	2,18	0,92	0,8
		150		2,75	0,272	0	0,182	0,454			10,963	9,725	1,088	1,238	0,19	0,62	2,5	0,92	
	T115	150	99,07	2,39	0,237	0	0,395	0,632	150	0,0045	10,963	9,725	1,088	1,238	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		118		2,75	0,272	0	0,454	0,726			10,494	9,277	1,067	1,217	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T148	118	99,07	2,39	0,237	0	0,632	0,869	150	0,0045	10,494	9,277	1,067	1,217	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		151		2,75	0,272	0	0,726	0,999			10	8,83	1,02	1,17	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T39	151	99,07	2,39	0,237	0	0,869	1,105	150	0,0045	10	8,83	1,02	1,17	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		34		2,75	0,272	0	0,999	1,271			9,41	8,383	0,878	1,028	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T34	34	87,01	2,39	0,208	0	4,286	4,494	150	0,0026	9,41	7,733	1,527	1,677	0,54	0,46	1,01	1,2	0,8
		29		2,75	0,239	0	4,928	5,168			8,579	7,504	0,925	1,075	0,59	0,48	3,82	1,2	
C14	T40	41	58,56	2,39	0,14	0	0	0,14	150	0,016	11,959	11,059	0,75	0,9	0,18	0,69	2,59	0,74	0,8
		42		2,75	0,161	0	0	0,161			11,021	10,121	0,75	0,9	0,18	0,69	2,41	0,74	
	T150	42	94,71	2,39	0,226	0	0,14	0,366	150	0,0045	11,021	10,121	0,75	0,9	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		153		2,75	0,26	0	0,161	0,421			11,201	9,693	1,358	1,508	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T116	153	94,7	2,39	0,226	0	0,366	0,593	150	0,0045	11,201	9,693	1,358	1,508	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		119		2,75	0,26	0	0,421	0,682			10,677	9,266	1,261	1,411	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T149	119	94,71	2,39	0,226	0	0,593	0,819	150	0,0045	10,677	9,266	1,261	1,411	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		152		2,75	0,26	0	0,682	0,942			9,987	8,838	0,999	1,149	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T41	152	94,71	2,39	0,226	0	0,819	1,046	150	0,0045	9,987	8,422	1,415	1,565	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		33		2,75	0,26	0	0,942	1,202			9,434	7,994	1,289	1,439	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T31	33	82,58	2,39	0,197	0	2,983	3,181	150	0,0032	9,434	7,994	1,289	1,439	0,42	0,45	1,03	1,2	0,8
		34		2,75	0,227	0	3,43	3,657			9,41	7,733	1,527	1,677	0,45	0,47	3,52	1,2	
C15	T42	43	97,97	2,39	0,234	0	0	0,234	150	0,0045	5,656	4,634	0,872	1,022	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		44		2,75	0,269	0	0	0,269			5,4	4,192	1,058	1,208	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T43	44	25,82	2,39	0,062	0	3,73	3,792	150	0,0029	5,4	0,287	4,963	5,113	0,48	0,46	1,02	1,2	0,8
		45		2,75	0,071	0	4,289	4,36			5,905	0,213	5,542	5,692	0,52	0,47	3,67	1,2	
C16	T45	47	81,11	2,39	0,194	0	0	0,194	150	0,0134	8,099	7,014	0,936	1,086	0,19	0,64	2,28	0,87	0,8

		48		2,75	0,223	0	0	0,223			7,012	5,927	0,936	1,086	0,19	0,64	2,48	0,87	
	T188	48	85,97	2,39	0,206	0	0,194	0,399	150	0,0045	7,012	5,927	0,936	1,086	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		191		2,75	0,236	0	0,223	0,459			8,055	5,539	2,367	2,517	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T46	191	85,97	2,39	0,206	0	0,399	0,605	150	0,0045	8,055	5,539	2,367	2,517	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		49		2,75	0,236	0	0,459	0,696			6,892	5,15	1,592	1,742	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T47	49	79,48	2,39	0,19	0	2,755	2,945	150	0,0033	6,892	0,549	6,193	6,343	0,4	0,45	1,03	1,2	0,8
		44		2,75	0,218	0	3,168	3,386			5,4	0,287	4,963	5,113	0,43	0,47	3,45	1,2	
C17	T52	54	69,67	2,39	0,167	0	0	0,167	150	0,0045	8,225	7,325	0,75	0,9	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		55		2,75	0,192	0	0	0,192			8,77	7,01	1,61	1,76	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T192	55	68,53	2,39	0,164	0	0,167	0,33	150	0,0045	8,77	7,01	1,61	1,76	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		195		2,75	0,188	0	0,192	0,38			8,956	6,701	2,105	2,255	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T53	195	68,53	2,39	0,164	0	0,33	0,494	150	0,0045	8,956	6,701	2,105	2,255	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		56		2,75	0,188	0	0,38	0,568			7,796	6,391	1,255	1,405	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T54	56	79,73	2,39	0,191	0	0,683	0,873	150	0,0045	7,796	4,754	2,892	3,042	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		52		2,75	0,219	0	0,785	1,004			7,012	4,394	2,468	2,618	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T50	52	80,18	2,39	0,192	0	1,547	1,739	150	0,0042	7,012	0,883	5,978	6,128	0,28	0,42	1	1,2	0,8
		49		2,75	0,22	0	1,779	2			6,892	0,549	6,193	6,343	0,3	0,44	3,03	1,2	
C18	T55	57	78,82	2,39	0,188	0	0	0,188	150	0,0692	13,25	10,208	2,892	3,042	0,11	1,35	7,3	0,18	0,8
		56		2,75	0,217	0	0	0,217			7,796	4,754	2,892	3,042	0,11	1,37	1,94	0,18	
C19	T56	58	93,57	2,39	0,224	0	0	0,224	150	0,0536	12,03	9,156	2,724	2,874	0,12	1,2	6,1	0,24	0,8
		59		2,75	0,257	0	0	0,257			7,018	4,144	2,724	2,874	0,12	1,21	2,02	0,23	
	T57	59	80,37	2,39	0,192	0	0,224	0,416	150	0,0045	7,018	4,144	2,724	2,874	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		60		2,75	0,221	0	0,257	0,478			8	3,781	4,069	4,219	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T195	60	91,41	2,39	0,219	0	0,788	1,006	150	0,0045	8	3,781	4,069	4,219	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		198		2,75	0,251	0	0,906	1,157			7,13	3,368	3,612	3,762	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T200	198	73,66	2,39	0,176	0	1,006	1,182	150	0,0045	7,13	3,368	3,612	3,762	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		203		2,75	0,202	0	1,157	1,36			5,25	3,036	2,064	2,214	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T58	203	75,36	2,39	0,18	0	1,182	1,363	150	0,0045	5,25	3,036	2,064	2,214	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		61		2,75	0,207	0	1,36	1,567			4,426	2,695	1,581	1,731	0,26	0,42	2,85	1,2	
	T63	61	35,3	2,39	0,084	21,04	37,989	38,074	355	0,001	4,426	2,05	2,021	2,376	0,67	0,54	0,98	1,11	----
		67		2,75	0,097	24,191	43,68	43,777			4,539	2,016	2,168	2,523	0,75	0,55	6,16	1,09	
C20	T59	62	58,7	2,39	0,14	0	0	0,14	150	0,0095	9,123	7,603	1,37	1,52	0,21	0,55	1,78	1,08	0,8
		63		2,75	0,161	0	0	0,161			8,565	7,044	1,37	1,52	0,21	0,55	2,59	1,08	
	T60	63	30,97	2,39	0,074	0	0,14	0,214	150	0,0045	8,565	7,044	1,37	1,52	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		60		2,75	0,085	0	0,161	0,247			8	6,904	0,946	1,096	0,26	0,42	2,82	1,2	
C21	T82	85	77,67	2,39	0,186	0	0	0,186	150	0,0045	12,082	11,182	0,75	0,9	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		37		2,75	0,214	0	0	0,214			12	10,832	1,018	1,168	0,26	0,42	2,82	1,2	
C22	T99	102	65,87	2,39	0,157	0	0	0,157	150	0,0109	8,721	7,172	1,399	1,549	0,2	0,58	1,97	1	0,8
		60		2,75	0,181	0	0	0,181			8	6,451	1,399	1,549	0,2	0,58	2,55	1	
C23	T100	103	69,45	2,39	0,166	0	0	0,166	150	0,0197	7,02	6,12	0,75	0,9	0,17	0,76	3	0,59	0,8
		46		2,75	0,191	0	0	0,191			5,65	4,75	0,75	0,9	0,17	0,77	2,33	0,59	
	T187	46	80,37	2,39	0,192	0	0,166	0,358	150	0,0045	5,65	4,736	0,764	0,914	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		190		2,75	0,221	0	0,191	0,412			5,364	4,373	0,84	0,99	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T44	190	80,38	2,39	0,192	0	0,358	0,55	150	0,0045	5,364	4,373	0,84	0,99	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		44		2,75	0,221	0	0,412	0,633			5,4	4,011	1,239	1,389	0,26	0,42	2,82	1,2	
C24	T106	30	97,87	2,39	0,234	0	0	0,234	150	0,006	15,932	15,032	0,75	0,9	0,24	0,46	1,26	1,2	0,8
		109		2,75	0,269	0	0	0,269			15,341	14,441	0,75	0,9	0,24	0,46	2,74	1,2	
	T153	109	96,59	2,39	0,231	0	0,234	0,465	150	0,0242	15,341	14,441	0,75	0,9	0,16	0,83	3,49	0,54	0,8
		156		2,75	0,266	0	0,269	0,535			13	12,1	0,75	0,9	0,16	0,83	2,28	0,54	
	T28	156	95,66	2,39	0,229	0	0,465	0,694	150	0,0086	13	11,794	1,056	1,206	0,22	0,53	1,65	1,14	0,8
		31		2,75	0,263	0	0,535	0,798			12,177	10,971	1,056	1,206	0,22	0,53	2,63	1,13	

	T152	31	97.55	2.39	0.233	0	0.694	0.927	150	0.0045	12,177	10,971	1,056	1,206	0.26	0.42	1	1.2	0.8
		155		2.75	0.268	0	0.798	1.066			13	10,531	2,319	2,469	0.26	0.42	2.82	1.2	
	T117	155	92.89	2.39	0.222	0	0.927	1.149	150	0.0045	13	10,531	2,319	2,469	0.26	0.42	1	1.2	0.8
		120		2.75	0.255	0	1.066	1.321			12	10,112	1,739	1,889	0.26	0.42	2.82	1.2	
	T151	120	83.18	2.39	0.199	0	1.149	1.348	150	0.0045	12	10,112	1,739	1,889	0.26	0.42	1	1.2	0.8
		154		2.75	0.229	0	1.321	1.55			11,12	9,736	1,233	1,383	0.26	0.42	2.84	1.2	
	T29	154	83.18	2.39	0.199	0	1.348	1.547	150	0.0047	11,12	9,736	1,233	1,383	0.26	0.43	1.05	1.2	0.8
		32		2.75	0.229	0	1.55	1.778			10,245	9,345	0.75	0.9	0.28	0.44	2.92	1.2	
	T135	32	81.74	2.39	0.195	0	1.547	1.742	150	0.0042	10,245	9,039	1,056	1,206	0.28	0.42	1	1.2	0.8
		138		2.75	0.225	0	1.778	2.003			9,979	8,699	1.13	1.28	0.3	0.44	3.03	1.2	
	T30	138	81.74	2.39	0.195	0	1.742	1.938	150	0.0039	9,979	8,699	1.13	1.28	0.3	0.43	1	1.2	0.8
		33		2.75	0.225	0	2.003	2.228			9,434	8,377	0.906	1,056	0.33	0.44	3.12	1.2	
C25	T123	1	85.12	2.39	0.204	0	0	0.204	150	0.0051	13,433	12,245	1,038	1,188	0.25	0.43	1.1	1.2	0.8
		126		2.75	0.234	0	0	0.234			13	11,812	1,038	1,188	0.25	0.43	2.79	1.2	
	T203	126	71.81	2.39	0.172	0	0.204	0.375	150	0.0107	13	11,787	1,063	1,213	0.2	0.58	1.94	1.01	0.8
		206		2.75	0.197	0	0.234	0.431			11,942	11,016	0.775	0.925	0.2	0.58	2.55	1.01	
	T107	206	90.56	2.39	0.217	0	0.375	0.592	150	0.0067	11,942	11,016	0.775	0.925	0.23	0.48	1.36	1.2	0.8
		110		2.75	0.249	0	0.431	0.68			11,311	10,411	0.75	0.9	0.23	0.48	2.71	1.2	
	T124	110	85.49	2.39	0.204	0	0.592	0.796	150	0.0047	11,311	10.3	0.861	1,011	0.26	0.42	1.03	1.2	0.8
		127		2.75	0.235	0	0.68	0.915			10,911	9.9	0.861	1,011	0.26	0.42	2.81	1.2	
	T1	127	85.63	2.39	0.205	0	0.796	1.001	150	0.0045	10,911	9.9	0.861	1,011	0.26	0.42	1	1.2	0.8
		2		2.75	0.235	0	0.915	1.151			11	9,514	1,336	1,486	0.26	0.42	2.82	1.2	
	T2	2	84.87	2.39	0.203	0	1.001	1.204	150	0.0045	11	9,514	1,336	1,486	0.26	0.42	1	1.2	0.8
		3		2.75	0.233	0	1.151	1.384			10,52	9,131	1.24	1.39	0.26	0.42	2.82	1.2	
C26	T156	81	99.61	2.39	0.238	0	0	0.238	150	0.0067	11,011	10,111	0.75	0.9	0.23	0.48	1.36	1.2	0.8
		159		2.75	0.274	0	0	0.274			10,344	9,444	0.75	0.9	0.23	0.48	2.71	1.2	
	T118	159	94.91	2.39	0.227	0	0.238	0.465	150	0.0198	10,344	9,444	0.75	0.9	0.17	0.77	3.01	0.59	0.8
		121		2.75	0.261	0	0.274	0.535			8,464	7,564	0.75	0.9	0.17	0.77	2.33	0.58	
	T155	121	99.77	2.39	0.239	0	0.465	0.704	150	0.0062	8,464	6,344	1.97	2.12	0.24	0.47	1.29	1.2	0.8
		158		2.75	0.274	0	0.535	0.809			7,841	5,721	1.97	2.12	0.24	0.47	2.73	1.2	
	T78	158	96.14	2.39	0.23	0	0.704	0.933	150	0.0045	7,841	5,721	1.97	2.12	0.26	0.42	1	1.2	0.8
		82		2.75	0.264	0	0.809	1.073			8,825	5,287	3,388	3,538	0.26	0.42	2.82	1.2	
	T119	82	99.84	2.39	0.239	0	0.933	1.172	150	0.0045	8,825	5,287	3,388	3,538	0.26	0.42	1	1.2	0.8
		122		2.75	0.274	0	1.073	1.348			7,049	4,837	2,062	2,212	0.26	0.42	2.82	1.2	
	T79	122	97.25	2.39	0.233	0	1.172	1.405	150	0.0045	7,049	4,837	2,062	2,212	0.26	0.42	1	1.2	0.8
		73		2.75	0.267	0	1.348	1.615			6,263	4,398	1,715	1,865	0.27	0.42	2.87	1.2	
	T70	73	25.47	2.39	0.061	0	2.61	2.671	150	0.0033	6,263	4,398	1,715	1,865	0.38	0.44	1	1.2	0.8
		74		2.75	0.07	0	3.001	3.071			6,446	4,313	1,983	2,133	0.41	0.46	3.39	1.2	
	T71	74	67.69	2.39	0.162	0	2.671	2.832	150	0.0034	6,446	4,313	1,983	2,133	0.39	0.45	1.04	1.2	0.8
		75		2.75	0.186	0	3.071	3.257			7,069	4,085	2,834	2,984	0.42	0.47	3.42	1.2	
	T72	75	56.99	2.39	0.136	0	3.374	3.51	150	0.003	7,069	3,629	3.29	3.44	0.45	0.46	1.03	1.2	0.8
		76		2.75	0.157	0	3.879	4.036			6,632	3,458	3,024	3,174	0.49	0.47	3.61	1.2	
	T73	76	24.82	2.39	0.059	0	3.915	3.975	150	0.0028	6,632	3,458	3,024	3,174	0.49	0.46	1.02	1.2	0.8
		77		2.75	0.068	0	4.502	4.57			5,833	3,388	2,295	2,445	0.53	0.48	3.71	1.2	
	T84	77	58.83	2.39	0.141	0	5.164	5.304	150	0.0024	5,833	3,388	2,295	2,445	0.62	0.46	1	1.2	0.8
		88		2.75	0.162	0	5.937	6.099			4,875	3,246	1,479	1,629	0.68	0.48	3.94	1.2	
	T74	88	34.69	2.39	0.083	0	6.434	6.517	200	0.0022	4,875	3,196	1,479	1,679	0.45	0.48	1.02	1.2	0.85
		61		2.75	0.095	0	7.398	7.493			4,426	3,118	1,108	1,308	0.49	0.49	4.16	1.2	
C27	T158	78	66.9	2.39	0.16	0	0	0.16	150	0.0214	7,553	6,576	0.827	0.977	0.16	0.79	3.19	0.57	0.8
		161		2.75	0.184	0	0	0.184			6,118	5,141	0.827	0.977	0.16	0.79	2.31	0.56	
	T157	161	66.9	2.39	0.16	0	0.16	0.32	150	0.0135	6,118	4,952	1,016	1,166	0.19	0.64	2.3	0.87	0.8

		160		2,75	0,184	0	0,184	0,368			5,136	4,047	0,939	1,089	0,19	0,64	2,47	0,87	
	T75	160	92,63	2,39	0,221	0	0,32	0,541	150	0,0045	5,136	4,047	0,939	1,089	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		75		2,75	0,255	0	0,368	0,622			7,069	3,629	3,29	3,44	0,26	0,42	2,82	1,2	
C28	T161	83	97,16	2,39	0,232	0	0	0,232	150	0,0173	13,161	12,261	0,75	0,9	0,18	0,72	2,73	0,68	0,8
		164		2,75	0,267	0	0	0,267			11,479	10,579	0,75	0,9	0,18	0,72	2,38	0,67	
	T160	164	87,46	2,39	0,209	0	0,232	0,441	150	0,015	11,479	10,442	0,887	1,037	0,18	0,67	2,48	0,79	0,8
		163		2,75	0,24	0	0,267	0,508			10,167	9,13	0,887	1,037	0,18	0,67	2,44	0,79	
	T80	163	86,26	2,39	0,206	0	0,441	0,648	150	0,0346	10,167	9,13	0,887	1,037	0,14	0,97	4,53	0,43	0,8
		84		2,75	0,237	0	0,508	0,745			7,042	6,142	0,75	0,9	0,14	0,97	2,17	0,43	
	T159	84	90	2,39	0,215	0	0,648	0,863	150	0,0045	7,042	6,141	0,751	0,901	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		162		2,75	0,247	0	0,745	0,992			7,171	5,734	1,286	1,436	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T162	162	71,44	2,39	0,171	0	0,863	1,034	150	0,0045	7,171	5,734	1,286	1,436	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		165		2,75	0,196	0	0,992	1,188			6,324	5,412	0,763	0,913	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T81	165	64,9	2,39	0,155	0	1,034	1,189	150	0,0074	6,324	5,069	1,105	1,255	0,23	0,49	1,47	1,2	0,8
		77		2,75	0,178	0	1,188	1,367			5,833	4,59	1,093	1,243	0,23	0,5	2,68	1,2	
C29	T164	86	96,74	2,39	0,231	0	0	0,231	150	0,0135	12,057	11,157	0,75	0,9	0,19	0,64	2,3	0,87	0,8
		167		2,75	0,266	0	0	0,266			10,75	9,85	0,75	0,9	0,19	0,64	2,47	0,87	
	T105	167	95,5	2,39	0,228	0	0,231	0,46	150	0,0197	10,75	9,846	0,754	0,904	0,17	0,76	2,99	0,59	0,8
		108		2,75	0,263	0	0,266	0,528			8,868	7,964	0,754	0,904	0,17	0,77	2,34	0,59	
	T163	108	97,33	2,39	0,233	0	0,46	0,692	150	0,0167	8,868	7,32	1,398	1,548	0,18	0,71	2,67	0,7	0,8
		166		2,75	0,268	0	0,528	0,796			7,234	5,69	1,394	1,544	0,18	0,71	2,39	0,7	
	T83	166	91,16	2,39	0,218	0	0,692	0,91	150	0,0045	7,234	5,69	1,394	1,544	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		87		2,75	0,251	0	0,796	1,047			7,463	5,278	2,035	2,185	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T165	87	56,77	2,39	0,136	0	0,91	1,046	150	0,0168	7,463	5,278	2,035	2,185	0,18	0,71	2,67	0,7	0,8
		168		2,75	0,156	0	1,047	1,203			5,227	4,327	0,75	0,9	0,18	0,71	2,39	0,7	
	T85	168	34,97	2,39	0,084	0	1,046	1,13	150	0,0101	5,227	4,154	0,923	1,073	0,21	0,56	1,86	1,05	0,8
		88		2,75	0,096	0	1,203	1,299			4,875	3,801	0,923	1,073	0,21	0,56	2,57	1,05	
C30	T168	89	85,28	2,39	0,204	0	0	0,204	150	0,0045	13,002	12,102	0,75	0,9	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		171		2,75	0,234	0	0	0,234			13,193	11,717	1,326	1,476	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T166	171	93,62	2,39	0,224	0	0,204	0,428	150	0,0128	13,193	11,717	1,326	1,476	0,19	0,62	2,21	0,9	0,8
		169		2,75	0,257	0	0,234	0,492			11,417	10,517	0,75	0,9	0,19	0,62	2,49	0,9	
	T86	169	94,87	2,39	0,227	0	0,428	0,655	150	0,0125	11,417	10,292	0,975	1,125	0,2	0,62	2,17	0,92	0,8
		90		2,75	0,261	0	0,492	0,753			10,234	9,109	0,975	1,125	0,2	0,62	2,5	0,92	
	T169	90	71,45	2,39	0,171	0	0,655	0,825	150	0,0085	10,234	9,109	0,975	1,125	0,22	0,52	1,64	1,14	0,8
		172		2,75	0,196	0	0,753	0,949			9,4	8,5	0,75	0,9	0,22	0,53	2,63	1,14	
	T167	172	68,98	2,39	0,165	0	0,825	0,99	150	0,0189	9,4	8,5	0,75	0,9	0,17	0,75	2,91	0,6	0,8
		170		2,75	0,19	0	0,949	1,139			8,093	7,193	0,75	0,9	0,17	0,76	2,35	0,6	
	T87	170	61,38	2,39	0,147	0	0,99	1,137	150	0,0325	8,093	7,175	0,768	0,918	0,15	0,94	4,33	0,45	0,8
		66		2,75	0,169	0	1,139	1,307			6,097	5,179	0,768	0,918	0,15	0,94	2,19	0,45	
	T65	66	87,02	2,39	0,208	0	8,862	9,07	200	0,0019	6,097	2,369	3,528	3,728	0,58	0,48	1	1,2	0,85
		61		2,75	0,239	0	10,189	10,429			4,426	2,205	2,021	2,221	0,63	0,5	4,48	1,2	
C31	T171	91	96,16	2,39	0,23	0	0	0,23	150	0,0092	14,186	13,286	0,75	0,9	0,21	0,54	1,74	1,1	0,8
		174		2,75	0,264	0	0	0,264			13,298	12,398	0,75	0,9	0,21	0,54	2,6	1,1	
	T172	174	76,38	2,39	0,183	0	0,23	0,413	150	0,0183	13,298	12,215	0,933	1,083	0,17	0,74	2,83	0,63	0,8
		175		2,75	0,21	0	0,264	0,474			11,904	10,821	0,933	1,083	0,17	0,74	2,36	0,63	
	T88	175	83,76	2,39	0,2	0	0,413	0,613	150	0,0045	11,904	10,821	0,933	1,083	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		92		2,75	0,23	0	0,474	0,705			11,365	10,443	0,772	0,922	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T170	92	92,15	2,39	0,22	0	0,613	0,833	150	0,0125	11,365	10,443	0,772	0,922	0,2	0,62	2,17	0,92	0,8
		173		2,75	0,253	0	0,705	0,958			10,19	9,29	0,75	0,9	0,2	0,62	2,5	0,92	
	T89	173	88,54	2,39	0,212	0	0,833	1,045	150	0,038	10,19	9,29	0,75	0,9	0,14	1,01	4,85	0,39	0,8
		93		2,75	0,243	0	0,958	1,201			6,822	5,922	0,75	0,9	0,14	1,01	2,14	0,39	

	T90	93	28.12	2.39	0.067	0	1.045	1.112	150	0.0045	6,822	5,712	0.96	1.11	0.26	0.42	1	1.2	0.8
		65		2.75	0.077	0	1.201	1.279			6,807	5,585	1.073	1.223	0.26	0.42	2.82	1.2	
	T62	65	94.79	2.39	0.227	0	6.891	7.118	200	0.0021	6,807	2,571	4.036	4.236	0.48	0.48	1.02	1.2	0.85
		66		2.75	0.261	0	7.924	8.184			6,097	2,369	3,528	3,728	0.52	0.5	4.25	1.2	
C32	T175	94	96.94	2.39	0.232	0	0	0.232	150	0.0045	13	12.1	0.75	0.9	0.26	0.42	1	1.2	0.8
		178		2.75	0.267	0	0	0.267			13	11,662	1,188	1,338	0.26	0.42	2.82	1.2	
	T174	178	89.95	2.39	0.215	0	0.232	0.447	150	0.0123	13	11,662	1,188	1,338	0.2	0.61	2.15	0.93	0.8
		177		2.75	0.247	0	0.267	0.514			11,455	10,555	0.75	0.9	0.2	0.61	2.51	0.93	
	T104	177	81.44	2.39	0.195	0	0.447	0.642	150	0.0155	11,455	10,487	0.817	0.967	0.18	0.68	2.54	0.77	0.8
		107		2.75	0.224	0	0.514	0.738			10,188	9,221	0.817	0.967	0.18	0.68	2.42	0.76	
	T173	107	85	2.39	0.203	0	0.642	0.845	150	0.027	10,188	9,221	0.817	0.967	0.15	0.87	3.78	0.51	0.8
		176		2.75	0.234	0	0.738	0.971			7,829	6,929	0.75	0.9	0.15	0.87	2.25	0.5	
	T91	176	86.99	2.39	0.208	0	0.845	1.053	150	0.0045	7,829	6,183	1.496	1.646	0.26	0.42	1	1.2	0.8
		95		2.75	0.239	0	0.971	1.21			7,788	5,79	1.848	1.998	0.26	0.42	2.82	1.2	
	T92	95	70.83	2.39	0.169	0	4.937	5.107	150	0.0025	7,788	2,795	4.842	4.992	0.6	0.46	1	1.2	0.8
		65		2.75	0.195	0	5.677	5.872			6,807	2,621	4.036	4.186	0.66	0.48	3.91	1.2	
C33	T176	96	79.39	2.39	0.19	0	0	0.19	150	0.0045	13,611	12,711	0.75	0.9	0.26	0.42	1	1.2	0.8
		179		2.75	0.218	0	0	0.218			13,792	12,353	1,289	1,439	0.26	0.42	2.82	1.2	
	T103	179	92.39	2.39	0.221	0	0.19	0.411	150	0.0347	13,792	12,353	1,289	1,439	0.14	0.97	4.54	0.43	0.8
		106		2.75	0.254	0	0.218	0.472			10,045	9,145	0.75	0.9	0.14	0.97	2.17	0.42	
	T177	106	96.1	2.39	0.23	0	0.411	0.64	150	0.0333	10,045	8,877	1,018	1,168	0.14	0.95	4.41	0.44	0.8
		180		2.75	0.264	0	0.472	0.736			6,842	5,674	1,018	1,168	0.14	0.95	2.18	0.44	
	T178	180	80.07	2.39	0.191	0	0.64	0.832	150	0.0045	6,842	5,256	1,436	1,586	0.26	0.42	1	1.2	0.8
		181		2.75	0.22	0	0.736	0.957			6,5	4,895	1,455	1,605	0.26	0.42	2.82	1.2	
	T93	181	55.58	2.39	0.133	0	0.832	0.965	150	0.0045	6,5	4,895	1,455	1,605	0.26	0.42	1	1.2	0.8
		97		2.75	0.153	0	0.957	1.109			12,25	4,644	7,456	7,606	0.26	0.42	2.82	1.2	
	T94	97	77.9	2.39	0.186	0	3.698	3.884	150	0.0028	12,25	3,017	9,083	9,233	0.48	0.46	1.02	1.2	0.8
		95		2.75	0.214	0	4.252	4.466			7,788	2,795	4.842	4.992	0.53	0.48	3.69	1.2	
C34	T180	98	81.41	2.39	0.195	0	0	0.195	150	0.0054	12,729	11,829	0.75	0.9	0.25	0.44	1.14	1.2	0.8
		183		2.75	0.224	0	0	0.224			12,293	11,393	0.75	0.9	0.25	0.44	2.77	1.2	
	T181	183	98.54	2.39	0.236	0	0.195	0.43	150	0.0385	12,293	11,393	0.75	0.9	0.14	1.01	4.89	0.39	0.8
		184		2.75	0.271	0	0.224	0.495			8,5	7,6	0.75	0.9	0.14	1.02	2.14	0.39	
	T102	184	97.33	2.39	0.233	0	0.43	0.663	150	0.0318	8,5	7,457	0.893	1,043	0.15	0.93	4.26	0.46	0.8
		105		2.75	0.268	0	0.495	0.762			5,407	4,364	0.893	1,043	0.15	0.93	2.2	0.45	
	T179	105	92.38	2.39	0.221	0	0.663	0.884	150	0.0045	5,407	4,094	1,163	1,313	0.26	0.42	1	1.2	0.8
		182		2.75	0.254	0	0.762	1.016			5,678	3,677	1,852	2,002	0.26	0.42	2.82	1.2	
	T95	182	82.26	2.39	0.197	0	0.884	1.081	150	0.0045	5,678	3,677	1,852	2,002	0.26	0.42	1	1.2	0.8
		99		2.75	0.226	0	1.016	1.242			9,706	3,305	6,251	6,401	0.26	0.42	2.82	1.2	
	T96	99	83.95	2.39	0.201	0	2.533	2.733	150	0.0034	9,706	3,305	6,251	6,401	0.38	0.45	1.04	1.2	0.8
		97		2.75	0.231	0	2.912	3.143			12,25	3,017	9,083	9,233	0.41	0.47	3.39	1.2	
C35	T183	100	84.26	2.39	0.201	0	0	0.201	150	0.0061	12,503	11,598	0.755	0.905	0.24	0.46	1.27	1.2	0.8
		186		2.75	0.232	0	0	0.232			11,986	11,081	0.755	0.905	0.24	0.46	2.73	1.2	
	T184	186	81.31	2.39	0.194	0	0.201	0.396	150	0.014	11,986	11,081	0.755	0.905	0.19	0.65	2.36	0.84	0.8
		187		2.75	0.224	0	0.232	0.455			10,841	9,941	0.75	0.9	0.19	0.65	2.46	0.84	
	T185	187	81.29	2.39	0.194	0	0.396	0.59	150	0.0267	10,841	9,914	0.777	0.927	0.15	0.86	3.76	0.51	0.8
		188		2.75	0.223	0	0.455	0.679			8,667	7,74	0.777	0.927	0.15	0.87	2.25	0.51	
	T101	188	91.15	2.39	0.218	0	0.59	0.808	150	0.0209	8,667	7,346	1.17	1.32	0.17	0.78	3.13	0.57	0.8
		104		2.75	0.251	0	0.679	0.929			6,735	5,441	1,143	1,293	0.17	0.79	2.32	0.57	
	T182	104	98.55	2.39	0.236	0	0.808	1.044	150	0.0045	6,735	5,441	1,143	1,293	0.26	0.42	1	1.2	0.8
		185		2.75	0.271	0	0.929	1.2			7,623	4,997	2,476	2,626	0.26	0.42	2.82	1.2	
	T97	185	84.56	2.39	0.202	0	1.044	1.246	150	0.0045	7,623	4,997	2,476	2,626	0.26	0.42	1	1.2	0.8

		101		2,75	0,232	0	1,2	1,433			9,765	4,615	5	5,15	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T98	101	86,25	2,39	0,206	0	1,246	1,452	150	0,0045	9,765	4,615	5	5,15	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		99		2,75	0,237	0	1,433	1,67			9,706	4,225	5,33	5,48	0,27	0,43	2,89	1,2	
C36	T186	11	52,4	2,39	0,125	0	0	0,125	150	0,0195	13,404	12,503	0,751	0,901	0,17	0,76	2,98	0,59	0,8
		189		2,75	0,144	0	0	0,144			12,38	11,479	0,751	0,901	0,17	0,76	2,34	0,59	
	T10	189	52,4	2,39	0,125	0	0,125	0,251	150	0,0121	12,38	11,331	0,899	1,049	0,2	0,61	2,13	0,94	0,8
		12		2,75	0,144	0	0,144	0,288			11,743	10,695	0,898	1,048	0,2	0,61	2,51	0,94	
C37	T189	50	85,97	2,39	0,206	0	0	0,206	150	0,0781	10,714	8,466	2,098	2,248	0,11	1,42	7,98	0,17	0,8
		192		2,75	0,236	0	0	0,236			4	1,752	2,098	2,248	0,11	1,44	1,91	0,16	
	T48	192	85,98	2,39	0,206	0	0,206	0,411	150	0,0045	4	1,752	2,098	2,248	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		49		2,75	0,236	0	0,236	0,473			6,892	1,364	5,378	5,528	0,26	0,42	2,82	1,2	
C38	T190	51	70,01	2,39	0,167	0	0	0,167	150	0,1952	19	14,866	3,984	4,134	0,08	2,15	15,27	0,06	0,8
		193		2,75	0,192	0	0	0,192			5,333	1,2	3,984	4,134	0,08	2,15	1,68	0,06	
	T49	193	70,02	2,39	0,167	0	0,167	0,335	150	0,0045	5,333	1,2	3,984	4,134	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		52		2,75	0,192	0	0,192	0,385			7,012	0,883	5,978	6,128	0,26	0,42	2,82	1,2	
C39	T191	53	70,92	2,39	0,17	0	0	0,17	150	0,0045	8,22	7,319	0,75	0,9	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		194		2,75	0,195	0	0	0,195			9,273	6,999	2,124	2,274	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T51	194	70,92	2,39	0,17	0	0,17	0,339	150	0,0125	9,273	6,925	2,198	2,348	0,2	0,62	2,17	0,92	0,8
		52		2,75	0,195	0	0,195	0,39			7,012	6,037	0,825	0,975	0,2	0,62	2,5	0,92	
C40	T193	64	75,53	2,39	0,181	0	0	0,181	150	0,0045	14,263	13,363	0,75	0,9	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		196		2,75	0,208	0	0	0,208			20,818	13,022	7,646	7,796	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T197	196	68,89	2,39	0,165	0	0,181	0,345	150	0,0045	20,818	13,022	7,646	7,796	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		200		2,75	0,189	0	0,208	0,397			19,167	12,711	6,305	6,455	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T198	200	83,61	2,39	0,2	0	0,345	0,545	150	0,0492	19,167	12,711	6,305	6,455	0,13	1,15	5,77	0,28	0,8
		201		2,75	0,23	0	0,397	0,627			9,5	8,6	0,75	0,9	0,13	1,15	2,05	0,28	
	T61	201	53,36	2,39	0,128	0	0,545	0,673	150	0,0505	9,5	7,82	1,53	1,68	0,13	1,16	5,87	0,27	0,8
		65		2,75	0,147	0	0,627	0,774			6,807	5,127	1,53	1,68	0,13	1,17	2,04	0,26	
C41	T196	79	70,75	2,39	0,169	0	0	0,169	150	0,0046	9,323	8,197	0,976	1,126	0,26	0,42	1,01	1,2	0,8
		199		2,75	0,194	0	0	0,194			9	7,874	0,976	1,126	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T76	199	70,74	2,39	0,169	0	0,169	0,338	150	0,0207	9	7,874	0,976	1,126	0,17	0,78	3,1	0,58	0,8
		80		2,75	0,194	0	0,194	0,389			7,31	6,41	0,75	0,9	0,17	0,78	2,32	0,57	
	T77	80	28,09	2,39	0,067	0	0,338	0,405	150	0,0242	7,31	6,304	0,857	1,007	0,16	0,83	3,49	0,54	0,8
		76		2,75	0,077	0	0,389	0,466			6,632	5,625	0,857	1,007	0,16	0,83	2,28	0,54	
C42	T199	68	78,78	2,39	0,188	0	0	0,188	150	0,0045	7,014	6,114	0,75	0,9	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		202		2,75	0,217	0	0	0,217			6,867	5,759	0,958	1,108	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T194	202	67,93	2,39	0,162	0	0,188	0,351	150	0,0155	6,867	5,732	0,984	1,134	0,18	0,68	2,53	0,77	0,8
		197		2,75	0,187	0	0,217	0,403			5,605	4,678	0,777	0,927	0,18	0,68	2,42	0,76	
	T64	197	86,16	2,39	0,206	0	0,351	0,557	150	0,0045	5,605	4,559	0,896	1,046	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		69		2,75	0,237	0	0,403	0,64			6,023	4,17	1,703	1,853	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T66	69	20,9	2,39	0,05	0	0,557	0,607	150	0,0045	6,023	4,17	1,703	1,853	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		66		2,75	0,057	0	0,64	0,698			6,097	4,075	1,871	2,021	0,26	0,42	2,82	1,2	
C43	T202	70	79,09	2,39	0,189	0	0	0,189	150	0,0199	15,571	14,651	0,771	0,921	0,17	0,77	3,01	0,59	0,8
		205		2,75	0,217	0	0	0,217			14	13,079	0,771	0,921	0,17	0,77	2,33	0,58	
	T154	205	87,54	2,39	0,209	0	0,189	0,398	150	0,0171	14	13,079	0,771	0,921	0,18	0,71	2,71	0,69	0,8
		157		2,75	0,241	0	0,217	0,458			12,481	11,581	0,75	0,9	0,18	0,72	2,39	0,68	
	T67	157	89,81	2,39	0,215	0	0,398	0,613	150	0,0155	12,481	11,489	0,842	0,992	0,18	0,68	2,54	0,77	0,8
		71		2,75	0,247	0	0,458	0,705			11,086	10,094	0,842	0,992	0,18	0,68	2,42	0,76	
	T68	71	80,55	2,39	0,193	0	0,613	0,806	150	0,0045	11,086	10,069	0,867	1,017	0,26	0,42	1	1,2	0,8
		72		2,75	0,221	0	0,705	0,926			11,41	9,705	1,555	1,705	0,26	0,42	2,82	1,2	
	T201	72	83,49	2,39	0,2	0	0,806	1,005	150	0,0334	11,41	9,38	1,88	2,03	0,14	0,95	4,41	0,44	0,8
		204		2,75	0,23	0	0,926	1,156			7,82	6,595	1,075	1,225	0,14	0,95	2,18	0,44	

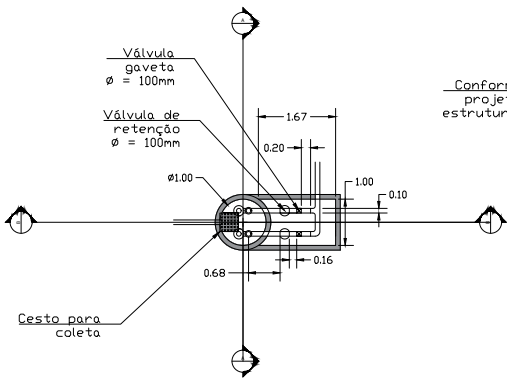
	T69	204	83,49	2,39	0,2	0	1,005	1,205	150	0,0148	7,82	6,348	1,322	1,472	0,19	0,66	2,45	0,8	0,8
		73		2,75	0,23	0	1,156	1,385			6,263	5,116	0,997	1,147	0,19	0,67	2,44	0,8	

**ANEXO XV – Planilha de Cálculo de custos da Rede da Juréia**

Descrição	Quantidade	Unidade	Custo (R\$)	Custo (R\$)	Custo Rede (R\$)
Trechos:			Fornecimento	Assentamento	
PVC vinilfort Tigre - NBR7362 - ø150	15387	m	53	10	R\$969.381,80
PVC vinilfort Tigre - NBR7362 - ø200	468,7	m	84,16	10	R\$44.136,90
PVC vinilfort Tigre - NBR7362 - ø250	36,1	m	142	10	R\$5.482,66
Poços de Visita e similares:					
Poço de Visita (PV)	151	un		920,37	R\$248.029,90
PV com tubo de queda (TQ)	11	un		920,37	R\$52.102,50
Comprimento dos Tubos de queda:	45	m			
Reconstituição de Pavimentos:			Retirada	Colocação	
Sem revestimento	12768	m²	0	0	R\$0,00
Escoramento:					
Contínuo	8400,9	m²		30,4	R\$255.386,00
Descontínuo	8272,4	m²		13,2	R\$109.195,10
Especial	6823,5	m²		22,24	R\$151.754,60
Metálico e Madeira	15637	m²		51,61	R\$807.024,80
Pontalete	3261	m²		2,78	R\$9.065,69
Sem escoramento	16395,3	m²		10	R\$163.953,30
Acessórios:					
Curva PVC 90° diam. 150 mm:	43	un		32	R\$1.376,00
Tampao PVC diam. 150 mm:	43	un		10,59	R\$455,37
				Total:	R\$2.817.344,60
Volume Escavação:			Escavação (R\$/m³)	Reaterro (R\$/m³)	Custo Escavação (R\$)
0 a 2 m:	18644,33	m³	7,53	10,48	R\$140.391,80
2 a 4 m:	3786,98	m³	9,16	10,48	R\$34.688,74
4 a 6 m:	892,49	m³	9,16	10,48	R\$8.175,21
Acima de 6m:	13630,49	m³	9,16	10,48	R\$124.855,29
Volume Total:	36954,29	m³			
Volume de Reaterro:	36662,38	m³		10,48	R\$384.221,74
				Total:	R\$692.332,78
				Custo Rede e Escavação	R\$3.509.677,38

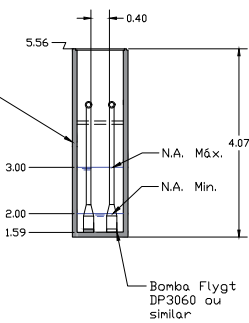
**ANEXO XVI – Projeto da Elevatória da Vila do Posto**

EEE Vila do Posto



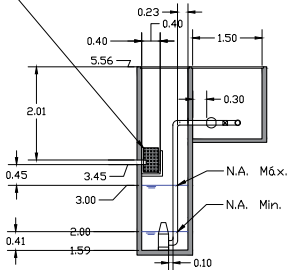
Corte A-A

Conforme projeto estrutural



Corte B-B

Cesto para coleta

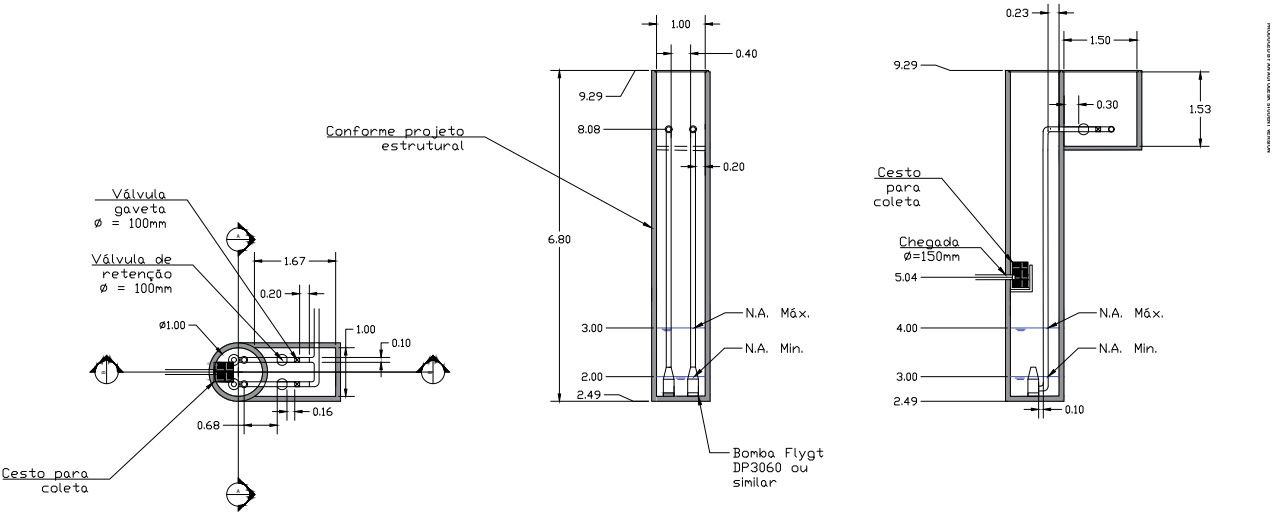


**ANEXO XVII – Projeto da Elevatória da Vila dos Mineiros Interior**

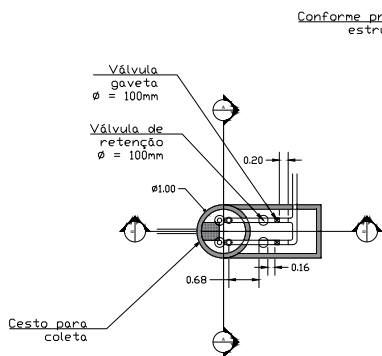
EEE Vila dos Mineiros Interior

Corte A-A

Corte B-B

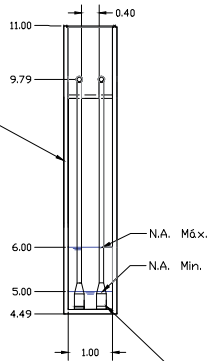


**ANEXO XVIII – Projeto da Elevatória da Vila dos Mineiros Rodovia**



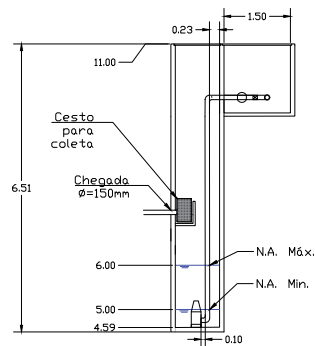
Conforme projeto estrutural

Corte A-A



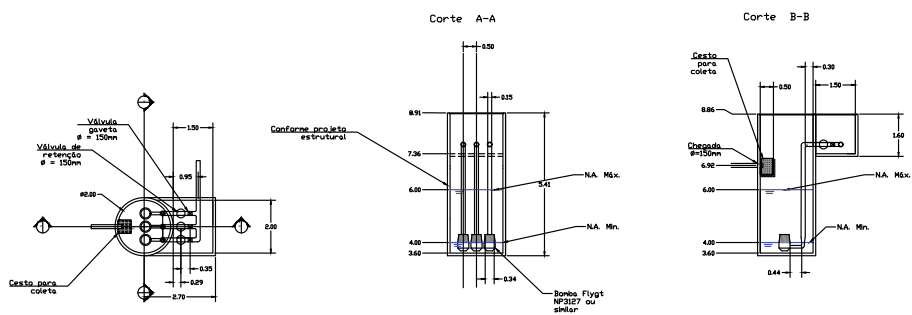
Bomba Flygt NP3069 ou similar

Corte B-B



**ANEXO XIX – Projeto da Elevatória Jureia Rodovia**

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



**ANEXO XX – Projeto da Elevatória da Jureia Praia**

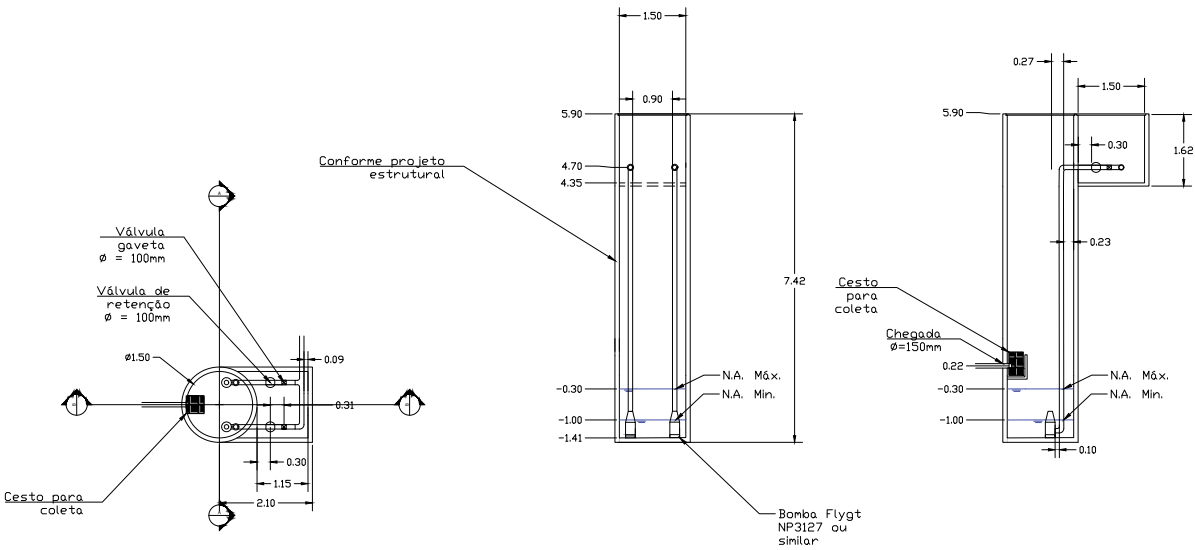
EEE Jureia Praia

Corte A-A

Corte B-B

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

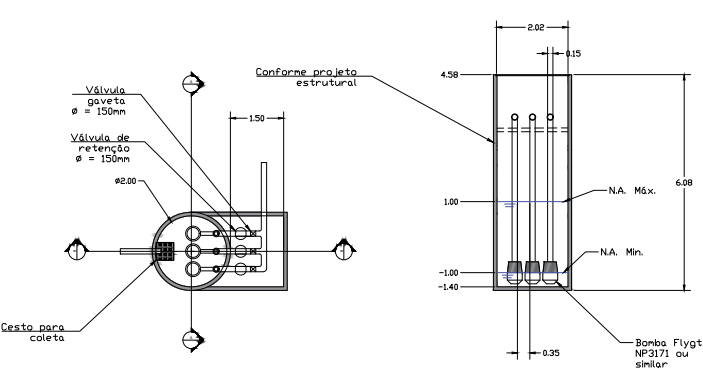
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



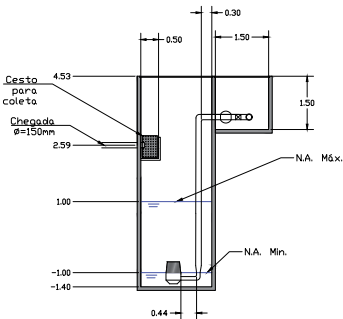
**ANEXO XXI – Projeto da Elevatória da Jureia Central**

EEE Jureia Central

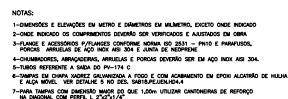
Corte A-A



Corte B-B




**ANEXO XXII – Projeto da Elevatória do Engenho realizado pela Sabesp (Planta 1)**

[illegible]

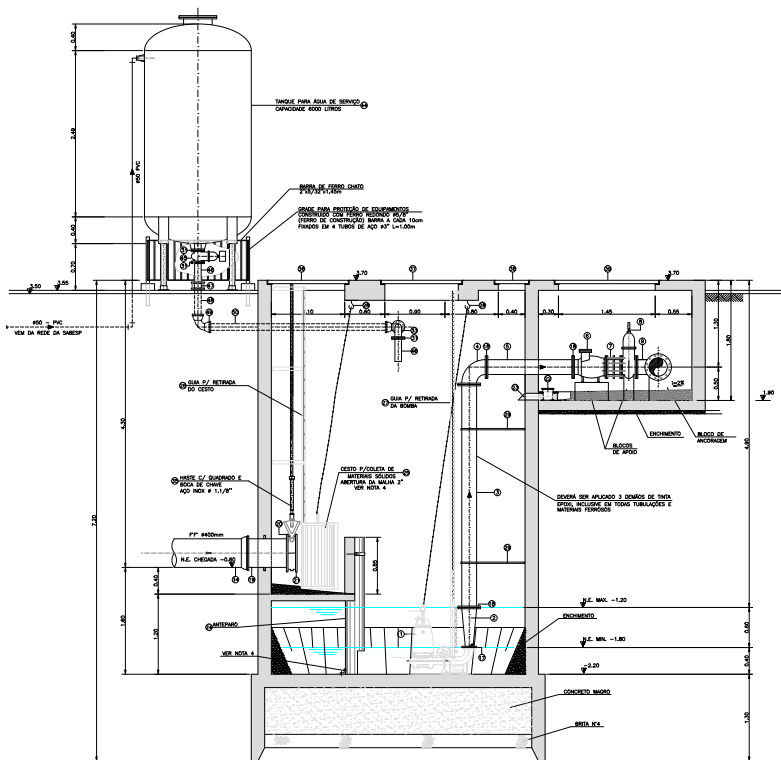
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO		DATA	ANO	VOL	FOLHA
<b>RELAÇÃO DE MATERIAIS</b>					
empreitada de implantação de rede de esgoto em sua sede DIRETORIA DE SISTEMAS REGIONAIS UNIDADE DE NEGÓCIO LITORAL NORTE SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIOS ESTAÇÃO ELEVADORA DE ESGOTO EE ENSENHO PLANTAS E CORTES C					N. REQA 1 FL 2/7 N. CONTRATADA SAM18FEJUEJLDA ESCALA: 1:25
04	ÁREA PROLI MUNICÍPIO DE SÃO TOMÉ				
04	SUB-ÁREA PROLI BARRA DO UNA				

[illegible]

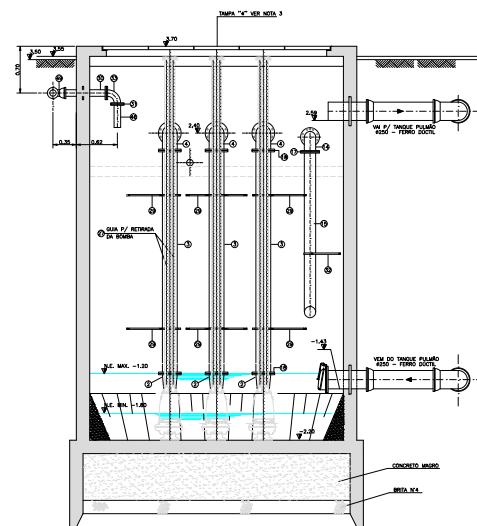
<p align="center"><b>SABESP</b> <b>VISTO E ACEITO</b></p> <p>ESSA DECLARAÇÃO DE VISTO E ACEITO DAS RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES ESTABELECIDAS NO CONTRATO</p>		<p>DECLARADO POR RESPONSÁVEL</p> <p align="center"><b>CONGRMAT</b> CONSORCIO SABESP</p> <p align="right"></p>	
ANALISADO:	/ /	DATA - OUTUBRO	10 / 02 / 04
ACEITO:	/ /	PELO SR. JOSE ROJO ICHAWA	10 / 02 / 04
VISTO:	/ /	APROVADO POR: MARCO JUNGUEIRA DE OLIVEIRA	
		ASS.: (SIN) 30.161/D	10 / 02 / 04

RELATÓRIO DE MATERIAIS		N.º
<p>COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE</p> <p>DIRETORIA DE SISTEMAS REGIONAIS</p> <p>UNIDADE DE NEGÓCIO LITORAL NORTE</p> <p>SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIOS</p> <p>ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO</p> <p>DE ENGENHEIRO</p> <p>PLANTAS E CORTES C</p>		<p>RELA. Nº 2/7</p>
<p>ÁREA PROJ. MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO</p> <p>SUB-ÁREA PROJ. BARRA DO UNIA</p>		<p>N.º CONTRATAÇÃO</p> <p>SM-18/P.E./ENLH/04</p> <p>ESCALA:</p> <p>1:25</p>

**ANEXO XXIII – Projeto da Elevatória do Engenho realizado pela Sabesp (Planta 2)**



CORTE  
A-A



CORTE  
B-B

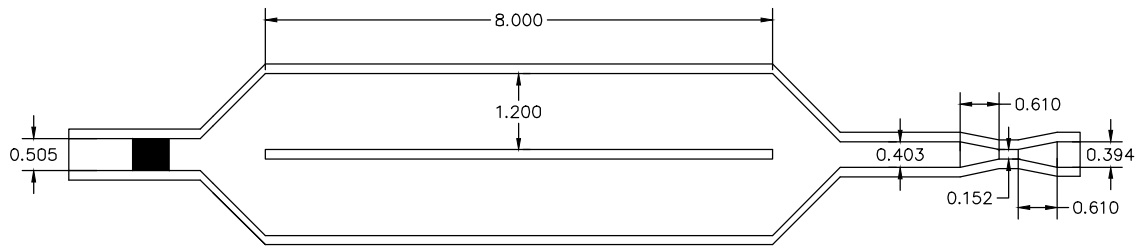
- NOTAS:
- 1-DIMENSÕES E ELEVACOES EM METRO E DIAMETROS EM MILIMETRO, EXCETO ONDE INDICADO
  - 2-PARA LOTA DE MONTAGEM E DESMONTAGEM VER O PROJETO DE MONTAGEM E DESMONTAGEM
  - 3-PARTE DO CHUVA-DEZEMBRO DEVIDO A FOLGAS COM ACOMPANHAMENTO EM EPON ACOTADO DE ALUMINIO
  - 4-DIMENSÕES, MONTAGEM, MONTAGEM E FORÇA DEVERÃO SER EM ADO NOS ADO DA

Nº	DATA	REVISÃO	PROJETO POR	APROVADO POR	SABESP	DESCRIÇÃO DO REVISÃO	REVISÃO	NOTAS
1	02/04	REVISÃO INICIAL	S.A.	S.A.	S.A.	1 - DIMENSÃO DE 1200mm	100 / 10 - 10	
2	03/04	REVISÃO DE 1200mm E 150mm	S.A.	S.A.	S.A.	2 - DIMENSÃO DE 150mm	100 / 10 - 10	
3	04/04	REVISÃO DE 100mm	S.A.	S.A.	S.A.	3 - DIMENSÃO DE 100mm	100 / 10 - 10	
4	05/04	REVISÃO DE 1200mm	S.A.	S.A.	S.A.	4 - DIMENSÃO DE 1200mm	100 / 10 - 10	
5	06/04	REVISÃO DE 150mm	S.A.	S.A.	S.A.	5 - DIMENSÃO DE 150mm	100 / 10 - 10	
6	07/04	REVISÃO DE 100mm	S.A.	S.A.	S.A.	6 - DIMENSÃO DE 100mm	100 / 10 - 10	
7	08/04	REVISÃO DE 1200mm	S.A.	S.A.	S.A.	7 - DIMENSÃO DE 1200mm	100 / 10 - 10	
8	09/04	REVISÃO DE 150mm	S.A.	S.A.	S.A.	8 - DIMENSÃO DE 150mm	100 / 10 - 10	
9	10/04	REVISÃO DE 100mm	S.A.	S.A.	S.A.	9 - DIMENSÃO DE 100mm	100 / 10 - 10	
10	11/04	REVISÃO DE 1200mm	S.A.	S.A.	S.A.	10 - DIMENSÃO DE 1200mm	100 / 10 - 10	
11	12/04	REVISÃO DE 150mm	S.A.	S.A.	S.A.	11 - DIMENSÃO DE 150mm	100 / 10 - 10	
12	01/05	REVISÃO DE 100mm	S.A.	S.A.	S.A.	12 - DIMENSÃO DE 100mm	100 / 10 - 10	

100  
100

**ANEXO XXIV – Projeto do tratamento preliminar Vista 1**

PRODUZIDO POR UMA VERSÃO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES

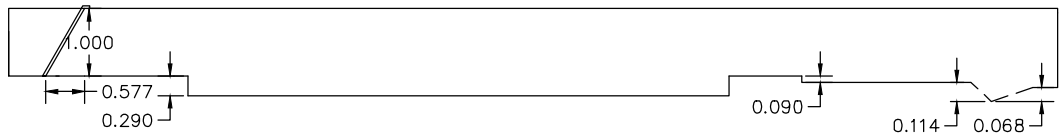


PRODUZIDO POR UMA VERSÃO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES

PRODUZIDO POR UMA VERSÃO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES

**ANEXO XXV – Projeto do tratamento preliminar Vista 2**

PRODUZIDO POR UMA VERSÃO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES



PRODUZIDO POR UMA VERSÃO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES

PRODUZIDO POR UMA VERSÃO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES

**ANEXO XXVI – Projeto do tanque de aeração**

PRODUZIDO POR UMA VERSÃO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES

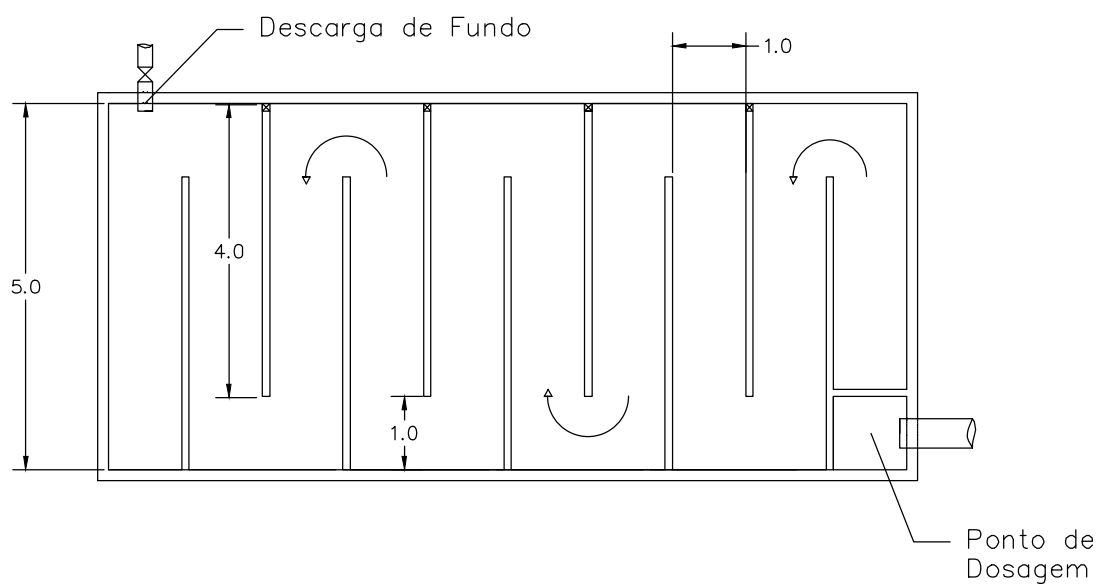
17.6	17.6		

PRODUZIDO POR UMA VERSÃO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES

PRODUZIDO POR UMA VERSÃO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES

**ANEXO XXVII – Projeto dos tanques de contato Vista 1**

PRODUZIDO POR UMA VERSÃO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES



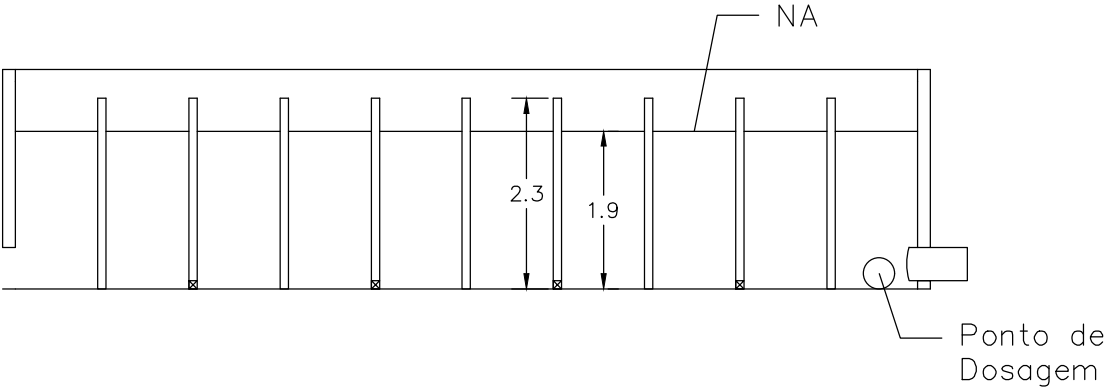
PRODUZIDO POR UMA VERSÃO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES

PRODUZIDO POR UMA VERSÃO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES

**ANEXO XXVIII – Projeto dos tanques de contato Vista 2**

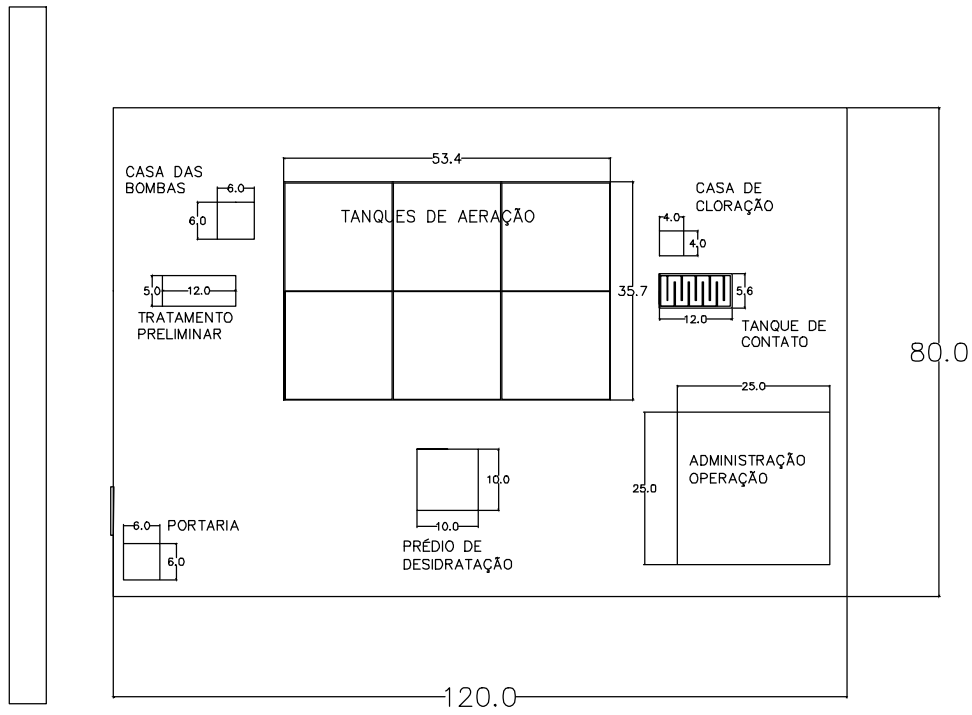
PRODUZIDO POR UMA VERSÃO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES

PRODUZIDO POR UMA VERSÃO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES



**ANEXO XXIX – Layout da ETE**

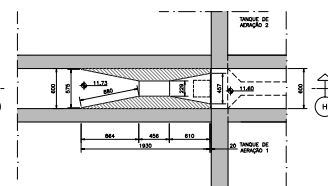
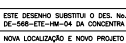
PRODUZIDO POR UMA VERSÃO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES



PRODUZIDO POR UMA VERSÃO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES

PRODUZIDO POR UMA VERSÃO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES

**ANEXO XXX – Projeto da Sabesp para o tratamento preliminar**

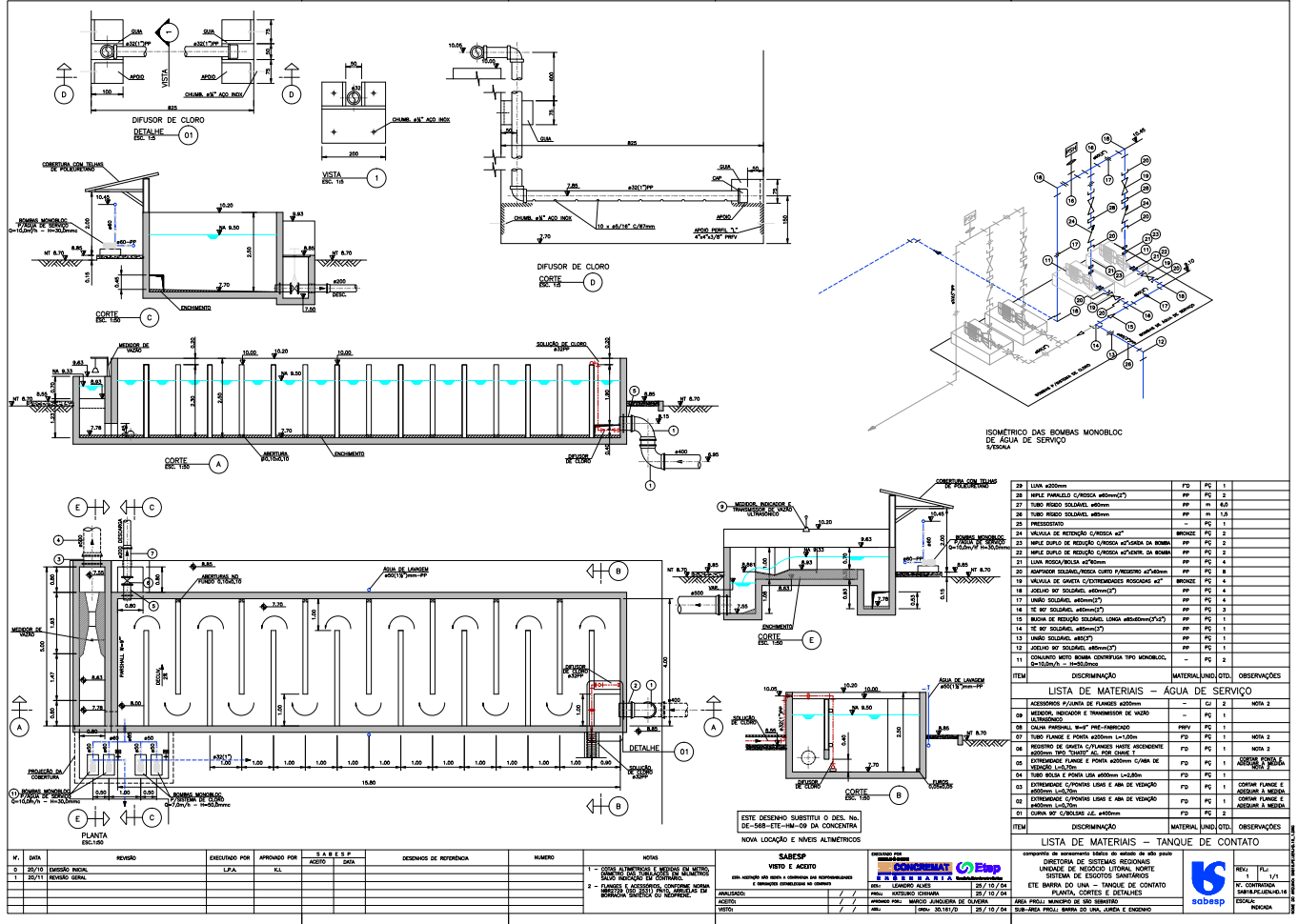
PLANTA SUPERIOR  
ESC. 1-40

Nº	DIA	REVISÃO	ELABORADO POR	APROVADO POR	S A B E S P ACERTOS / ERROS	DESENHOS DE REFERÊNCIA	NÚMERO	HORA(S)
9	07/06	CARTEIRA INICIAL	P.B.K.	R.L.				
10	13/06	CARTÃO CANCELAMENTO	L.P.A.	K.L.				

**ANEXO XXXI – Projeto da Sabesp para o tanque de aeração**

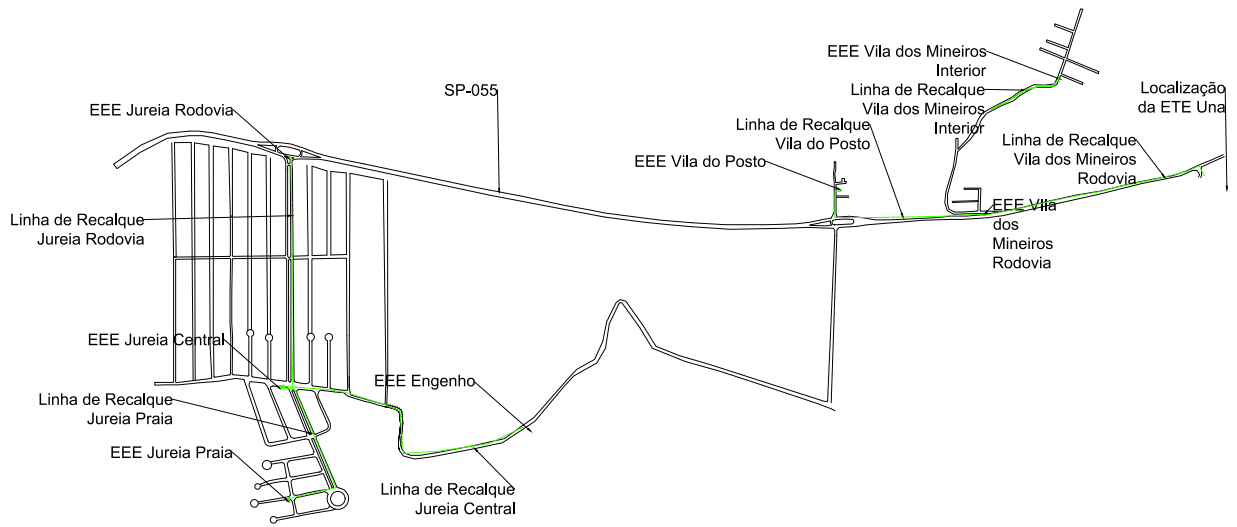


**ANEXO XXXII – Projeto da Sabesp para o tanque de contato**



**ANEXO XXXIII – Traçado das Linhas de Recalque**

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

**ANEXO XXXIV – Orçamento linhas de recalque**

<b>Linha de Recalque</b>	<b>Descrição</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Total</b>
<b>L.R Vila do Posto</b>	Tubo PEAD 100mm	697,3	m	25	R\$/m	R\$17.432,50
	Assentamento Tubo PEAD 100mm	697,3	m	10	R\$/m	R\$6.973,00
	Curvas 90° PEAD 100m	2	un	140	R\$/un	R\$280,00
	Escavação 2m (Vala 1m de largura)	1394,6	m³	18,11	R\$/m³	R\$25.256,21
	<b>Custo Total</b>					<b>R\$49.941,71</b>

<b>Linha de Recalque</b>	<b>Descrição</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Total</b>
<b>L.R Vila dos Mineiros Interior</b>	Tubo PEAD 100mm	314,7	m	25	R\$/m	R\$7.867,50
	Assentamento Tubo PEAD 100mm	314,7	m	10	R\$/m	R\$3.147,00
	Curvas 90° PEAD 100mm	0	un	140	R\$/un	R\$0,00
	Escavação 2m (Vala 1m de largura)	629,4	m³	18,11	R\$/m³	R\$11.398,43
	<b>Custo Total</b>					<b>R\$22.412,93</b>

<b>Linha de Recalque</b>	<b>Descrição</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Total</b>
<b>L.R Vila dos Mineiros Rodovia</b>	Tubo PEAD 100mm	961,47	m	25	R\$/m	R\$24.036,75
	Assentamento Tubo PEAD 100mm	961,47	m	10	R\$/m	R\$9.614,70
	Curvas 90° PEAD 100mm	2	un	140	R\$/un	R\$280,00
	Escavação 2m (Vala 1m de largura)	1922,94	m³	18,11	R\$/m³	R\$34.824,44
	<b>Custo Total</b>					<b>R\$68.755,89</b>

<b>Linha de Recalque</b>	<b>Descrição</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Total</b>
<b>L.R Jureia Rodovia</b>	Tubo PEAD 150mm	1010,46	m	51	R\$/m	R\$51.533,46
	Assentamento Tubo PEAD 150mm	1010,46	m	5	R\$/m	R\$5.052,30
	Curvas 90° PEAD 150mm	1	un	240	R\$/un	R\$240,00
	Escavação 2m (Vala 1m de largura)	2020,92	m³	18,11	R\$/m³	R\$36.598,86
	<b>Custo Total</b>					<b>R\$93.424,62</b>

<b>Linha de Recalque</b>	<b>Descrição</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Total</b>
<b>L.R Jureia Praia</b>	Tubo PEAD 100mm	701,53	m	25	R\$/m	R\$17.538,25
	Assentamento Tubo PEAD 100mm	701,53	m	10	R\$/m	R\$7.015,30
	Curvas 90° PEAD 100mm	1	un	140	R\$/un	R\$140,00
	Escavação 2m (Vala 1m de largura)	1403,06	m³	18,11	R\$/m³	R\$25.409,42
	<b>Custo Total</b>					<b>R\$50.102,97</b>

<b>Linha de Recalque</b>	<b>Descrição</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Total</b>
<b>L.R Jureia Central</b>	Tubo PEAD 200mm	1254,98	m	81	R\$/m	R\$101.653,38
	Assentamento Tubo PEAD 200mm	1254,98	m	10	R\$/m	R\$12.549,80
	Curvas 90° PEAD 200mm	2	un	430	R\$/un	R\$860,00
	Escavação 2m (Vala 1m de largura)	2509,96	m³	18,11	R\$/m³	R\$45.455,38
	<b>Custo Total</b>					<b>R\$160.518,56</b>

**ANEXO XXXV – Orçamento Estações Elevatórias de Esgoto**

EEE	Descrição	Quantidade	Unidade	Custo	Unidade	Custo Total
<b>Vila do Posto</b>	Tubo PEAD 100mm (FGS)	16	m	R\$25,00	R\$/m	R\$400,00
	Bomba Flygt DP3060	2	un	R\$4.000,00	R\$/un	R\$8.000,00
	Tê passagem direta 100mm	1	un	R\$200,00	R\$/un	R\$200,00
	Tê saída para o lado 100mm	1	un	R\$140,00	R\$/un	R\$140,00
	Válvula de Retenção 100mm (Tauana)	2	un	R\$590,00	R\$/un	R\$1.180,00
	Válvula de Gaveta 100mm (Tauana)	2	un	R\$1.080,00	R\$/m	R\$2.160,00
	Estrutura	1	un	R\$10.000,00	R\$/un	R\$10.000,00
	Escavação	3,9269	m³	R\$50,00	R\$/m³	R\$196,35
	Coletor para resíduos grosseiros	1	un	R\$100,00	R\$/un	R\$100,00
Custo						R\$22.376,35

EEE	Descrição	Quantidade	Unidade	Custo	Unidade	Custo Total
<b>Vila dos Mineiros Interior</b>	Tubo PEAD 100mm (FGS)	20	m	R\$25,00	R\$/m	R\$500,00
	Bomba Flygt DP3060	2	un	R\$4.000,00	R\$/un	R\$8.000,00
	Tê passagem direta 100mm	1	un	R\$200,00	R\$/un	R\$200,00
	Tê saída para o lado 100mm	1	un	R\$140,00	R\$/un	R\$140,00
	Válvula de Retenção 100mm (Tauana)	2	un	R\$590,00	R\$/un	R\$1.180,00
	Válvula de Gaveta 100mm (Tauana)	2	un	R\$1.080,00	R\$/m	R\$2.160,00
	Estrutura	1	un	R\$12.000,00	R\$/un	R\$12.000,00
	Escavação	5,3407	m³	R\$50,00	R\$/m³	R\$267,04
	Coletor para resíduos grosseiros	1	un	R\$100,00	R\$/un	R\$100,00
Custo						R\$24.547,04

EEE	Descrição	Quantidade	Unidade	Custo	Unidade	Custo Total
<b>Vila dos Mineiros Rodovia</b>	Tubo PEAD 100mm (FGS)	15	m	R\$25,00	R\$/m	R\$375,00
	Bomba Flygt NP3069	2	un	R\$5.000,00	R\$/un	R\$10.000,00
	Tê passagem direta 100mm	1	un	R\$200,00	R\$/un	R\$200,00
	Tê saída para o lado 100mm	1	un	R\$140,00	R\$/un	R\$140,00
	Válvula de Retenção 100mm (Tauana)	2	un	R\$590,00	R\$/un	R\$1.180,00
	Válvula de Gaveta 100mm (Tauana)	2	un	R\$1.080,00	R\$/m	R\$2.160,00
	Estrutura	1	un	R\$12.000,00	R\$/un	R\$12.000,00
	Escavação	5,11294	m³	R\$50,00	R\$/m³	R\$255,65
	Coletor para resíduos grosseiros	1	un	R\$100,00	R\$/un	R\$100,00
Custo						R\$26.410,65

EEE	Descrição	Quantidade	Unidade	Custo	Unidade	Custo Total
<b>Jurcia Rodovia</b>	Tubo PEAD 150mm (FGS)	18	m	R\$51,00	R\$/m	R\$918,00
	Bomba Flygt NP3127	3	un	R\$11.000,00	R\$/un	R\$33.000,00

Tê passagem direta 150mm	2	un	R\$300,00	R\$/un	R\$600,00
Tê saída para o lado 150mm	1	un	R\$200,00	R\$/un	R\$200,00
Válvula de Retenção 150mm (Tauana)	3	un	R\$700,00	R\$/un	R\$2.100,00
Válvula de Gaveta 150mm (Tauana)	3	un	R\$1.730,00	R\$/m	R\$5.190,00
Estrutura	1	un	R\$24.000,00	R\$/un	R\$24.000,00
Escavação	18,8495	m³	R\$50,00	R\$/m³	R\$942,48
Coletor para resíduos grosseiros	1	un	R\$100,00	R\$/un	R\$100,00
<b>Custo</b>					<b>R\$67.050,48</b>

EEE	Descrição	Quantidade	Unidade	Custo	Unidade	Custo Total
Jureia Praia	Tubo PEAD 100mm (FGS)	20	m	R\$25,00	R\$/m	R\$500,00
	Bomba Flygt NP3127	2	un	R\$11.000,00	R\$/un	R\$22.000,00
	Tê passagem direta 100mm	1	un	R\$200,00	R\$/un	R\$200,00
	Tê saída para o lado 100mm	1	un	R\$140,00	R\$/un	R\$140,00
	Válvula de Retenção 100mm (Tauana)	2	un	R\$590,00	R\$/un	R\$1.180,00
	Válvula de Gaveta 100mm (Tauana)	2	un	R\$1.080,00	R\$/m	R\$2.160,00
	Estrutura	1	un	R\$12.000,00	R\$/un	R\$12.000,00
	Escavação	13,2535	m³	R\$50,00	R\$/m³	R\$662,68
	Coletor para resíduos grosseiros	1	un	R\$100,00	R\$/un	R\$100,00
Custo						R\$38.942,68

EEE	Descrição	Quantidade	Unidade	Custo	Unidade	Custo Total
Jureia Central	Tubo PEAD 200mm (FGS)	18	m	R\$51,00	R\$/m	R\$918,00
	Bomba Flygt NP3171	3	un	R\$20.000,00	R\$/un	R\$60.000,00
	Tê passagem direta 200mm	2	un	R\$400,00	R\$/un	R\$800,00
	Tê saída para o lado 200mm	1	un	R\$300,00	R\$/un	R\$300,00
	Válvula de Retenção 200mm (Tauana)	3	un	R\$1.000,00	R\$/un	R\$3.000,00
	Válvula de Gaveta 200mm (Tauana)	3	un	R\$3.000,00	R\$/m	R\$9.000,00
	Estrutura	1	un	R\$26.000,00	R\$/un	R\$26.000,00
	Escavação	19,4778	m³	R\$50,00	R\$/m³	R\$973,89
	Coletor para resíduos grosseiros	1	un	R\$100,00	R\$/un	R\$100,00
Custo						R\$101.091,89