



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Eduardo Galvão Carneiro Leão
Wevertton Eduardo da Silva

PROJETO DO SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO DE
BACIAS DA CIDADE DE SÃO LOURENÇO DA MATA

RECIFE
2017

Eduardo Galvão Carneiro Leão
Wevertton Eduardo da Silva

**PROJETO DO SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO DE BACIAS DA CIDADE DE
SÃO LOURENÇO DA MATA**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Paulo Tadeu Ribeiro de Gusmão

RECIFE
2017

Catálogo na fonte
Bibliotecária: Rosineide Mesquita Gonçalves Luz / CRB4-1361 (BCTG)

C289p Carneiro Leão, Eduardo Galvão.
 Projeto do sistema de esgoto sanitário de bacias da cidade de
 São Lourenço da Mata. / Wevertton Eduardo da Silva, Eduardo Galvão
 Carneiro Leão. – Recife, 2017.
 95 folhas, il., foto. color., gráfs., tabs., plantas e mapas.

 Orientador: Prof. Dr. Paulo Tadeu Ribeiro de Gusmão.
 TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Departamento
 de Engenharia Civil, 2017.
 Inclui Referência, Apêndice e Anexos.

 1. Engenharia Civil. 2. Sistema de Esgoto. 3. Tratamento de esgoto. 4.
 Coleta de esgoto. 5. São Lourenço da Mata. I. Silva, Wevertton Eduardo da.
 II. Gusmão, Paulo Tadeu Ribeiro de. (orientador). III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ATA DA DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO PARA CONCESSÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL

CANDIDATO(S): 1 – EDUARDO GALVÃO CARNEIRO LEÃO
2 – WEVERTTON EDUARDO DA SILVA

BANCA EXAMINADORA:

Orientador: Dr. PAULO TADEU RIBEIRO DE GUSMÃO

Examinador 1: Msc. ANTÔNIO GUSTAVO DOS SANTOS NETO

Examinador 2: Msc. JOSÉ ROBERTO SANTOS DE CARVALHO

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

LOCAL: CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIA - CTG

DATA: 27/07/2017 **HORÁRIO DE INÍCIO:** 14:00.

Em sessão pública, após exposição de cerca de 30 minutos, o(s) candidato(s) foi (foram) arguido(s) oralmente pelos membros da banca com NOTA: 9,4 (deixar 'Exame Final', quando for o caso).

1) (x) aprovado(s) (nota $\geq 7,0$), pois foi demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização no tema da monografia e o texto do trabalho aceito.

As revisões observadas pela banca examinadora deverão ser corrigidas e verificadas pelo orientador no prazo máximo de 30 dias (o verso da folha da ata poderá ser utilizado para pontuar revisões).

O trabalho com nota no seguinte intervalo, **3,0 $\leq$ nota $< 7,0$** , será reapresentado, gerando-se uma nota ata; sendo o trabalho aprovado na reapresentação, o aluno será considerado **aprovado com exame final**.

2) () reprovado(s). (nota $< 3,0$)

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da banca e pelo(s) candidato(s).

Recife, de de 20....

Orientador:

Avaliador 1:

Avaliador 2:

Candidato 1:

Candidato 2:

Coordenação do Curso de Engenharia Civil-Dcivil

Rua Acadêmico Hélio Ramos s/nº. Cidade Universitária. Recife-PE CEP: 50740-530.

Fones: (081)2126.8220/8221 Fone/fax: (081)2126.8219.

*Dedico este trabalho primeiramente a Deus,
por ser essencial em minha vida, autor de meu
destino, meu guia, socorro presente na hora da
angústia, aos nossos pais, irmãos e amigos.*

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente, á Deus que nos deu energia e benefícios para concluir todo esse trabalho.

Aos nossos pais, Angelina Galvão e Eduardo Leão pais de Eduardo, José Eduardo e Maria José pais de Wevertton, que nos incentivaram todos os anos que estivemos na faculdade.

A Polyanna Silva, que nos apoiou e contribuiu diretamente para que esse trabalho se realizasse.

Enfim, agradecemos a todas as pessoas que fizeram parte dessa etapa decisiva das nossas vidas.

RESUMO

A população brasileira encontra-se em estado crítico quando se trata de saneamento básico. Em termos de esgotamento sanitário, praticamente metade da população possui coleta dos seus efluentes (SNIS,2015), porém sabe-se que apenas uma parcela do esgoto coletado recebe o devido tratamento. Este trabalho tem por objetivo apresentar um sistema completo de esgotamento sanitário, desde sua coleta, passando pelo transporte e finalizando com o tratamento, obedecendo normas vigentes e critérios técnicos científicos. A região escolhida é a cidade de São Lourenço da Mata, localizada na Região Metropolitana do Recife, o projeto compreende na realização de coleta e transporte do esgoto doméstico de duas sub-bacias de uma pequena região central, localizadas no município. O alcance de projeto terá duração de 20 anos, para vigência do projeto foi escolhido o ano de 2017, tendo garantia dos parâmetros de dimensionamento até o ano de 2037. Com os dados obtidos foi realizado o dimensionamento da rede coletora de esgoto, assim como o projeto de uma estação elevatória, que foi dimensionada para receber a vazão das duas bacias escolhidas. A elevatória servirá para bombear o esgoto coletado para uma estação de tratamento projetada para esta região. A determinação da escolha do método de tratamento mais adequado foi analisada de acordo com tipo de esgoto recebido e a classificação do corpo hídrico receptor. Através das resoluções dos órgãos ambientais competentes, é dada a classificação que o rio se encontra para a escolha do tipo ideal de tratamento que será aplicado. No final do trabalho encontra-se uma estimativa de custos para os materiais e serviços utilizados.

Palavras-chave: Sistema de esgoto sanitário. São Lourenço da Mata. Coleta de esgotos. Transporte de esgotos. Tratamento de esgotos.

ABSTRACT

The Brazilian population is at critical condition in basic sanitation. Only half of the population has appropriate sanitary sewage. (SNIS, 2015), in addition, it is known that a portion of the collected sewage receives right treatment. The work's objective is to present a complete sanitary sewage system, including not only collecting and transporting but also its treatment, according to actual regulations and scientific criteria. The chosen region was the city of São Lourenço da Mata, located on Recife. The project is about the collection and transportation of the domestic sewage of two sub-basins located on a small region of the city. The project has 20 years of lifespan. It starts in 2017 and guarantees well performance until 2037. With the data obtained, it was developed the sewage collection net design and the lift station, which was designed to receive output from the two basins. The lift station will pump the collected sewage to the treatment station of the region. The chosen treatment method was chosen after an analysis of the type of sewage received and the hybrid receptor body classification. The river was classified as compatible with the treatment method, according to environmental agencies regulations. At the end of this work, an analysis of costs is presented.

Keywords: Wastewater system, São Lourenço da Mata, Wastewater collection, Wastewater transport, Wastewater treatment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Fluxograma SES- São Lourenço da Mata.....	23
Figura 2: SES- São Lourenço da Mata	24
Figura 3: Ilustração do poço de sucção	36
Figura 4: Superposição da curva do sistema e da bomba.	49
Figura 5: Representação esquemática do Método Não Destrutivo - MND	51
Figura 6: Fluxograma de tratamento do esgoto sanitário.	54
Figura 7: Representação da calha Parshall	59
Figura 8: Representação esquemática de um RAFA retangular.....	62
Figura 9: Estrutura interna de uma RAFA	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Níveis de atendimento com água e esgoto no Brasil.....	20
Tabela 2: Ranking de cidades com atendimento de esgoto.....	21
Tabela 3: Percentual de domicílios com o respectivo atendimento (Situação de saneamento oriundo do SIAB)	22
Tabela 4: População residente por região	25
Tabela 5: Taxa de crescimento populacional anual por região.	26
Tabela 6: Projeção populacional da região em projeto.....	27
Tabela 7: Sub-bacia A.....	28
Tabela 8: Sub-bacia B.....	28
Tabela 9: Consumo de água “ <i>per capita</i> ” de São Lourenço da Mata.....	32
Tabela 10: Vazão total da Sub-bacia A.....	33
Tabela 11: Vazão total da Sub-bacia B.....	33
Tabela 12: Vazão total da Sub-bacia A+B.....	34
Tabela 13: Quantidade de sólidos grosseiros retirados em função do espaçamento entre as barras retentoras	38
Tabela 14: Alternativas de diâmetros	41
Tabela 15: Alternativas de custos de instalação da linha de recalque	41
Tabela 16: Alternativas de potências para as perdas de carga	42
Tabela 17: Alternativas de custos de operação da linha de recalque.....	43
Tabela 18: Alternativas de custos totais da linha de recalque.....	43
Tabela 19: Peças em Ferro Fundido no barrilete de recalque	44
Tabela 20: Peças em PEAD na linha de recalque.....	45
Tabela 21: Cálculo de velocidade de recalque nas tubulações.....	45
Tabela 22: Bomba referência	48
Tabela 23: Relação entre vazão e alturas manométrica máxima e mínima	48
Tabela 24: Curva da bomba e Ponto de Trabalho de recalque.....	49
Tabela 25: Monitoramento do rio Capibaribe	52
Tabela 26: Classificação de qualidade dos corpos de água.....	53
Tabela 27: Padrões para coliformes nos corpos de água	54

Tabela 28: Classificação das grades	55
Tabela 29: Parâmetros de dimensionamento da grade retentora de detritos.....	56
Tabela 30: Dimensões do canal da grade.....	56
Tabela 31: Dimensionamento da grade retentora de detritos.....	57
Tabela 32: Dimensionamento da caixa de areia.....	59
Tabela 33: Parâmetros de dimensionamento da calha Parshall.....	60
Tabela 34: Principais vantagens e desvantagens do tratamento anaeróbio.....	60
Tabela 35: Dimensões do RAFA.....	63
Tabela 36: Dimensionamento dos parâmetros do RAFA	64
Tabela 37: Produção diária de lodo	64
Tabela 38: Remoção de DBO do RAFA.....	65
Tabela 39: Dimensões da lagoa de maturação	66
Tabela 40: Coeficiente de decaimento bacteriano.....	67
Tabela 41: Índice de eficiência de remoção dos agentes patógenos.....	68
Tabela 42: Custo de implantação de sistemas com RAFA + pós-tratamento	68
Tabela 43: Custo de implantação da ETE - Capibaribe	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRATT	Associação Brasileira de Tecnologia Não Destrutiva
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
COMPESA	Companhia Pernambucana de Saneamento
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CPRH	Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos
DBO	Demanda biológica de oxigênio
DQO	Demanda química de Oxigênio
EEE	Estação Elevatória de Esgotos
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MND	Método Não Destrutivo
NBR	Norma Brasileira
OMS	Organização Mundial de Saúde
OSCIP	Organização da Sociedade Civil de Interesse Público
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PSH-PE	Projeto de Sustentabilidade Hídrica de Pernambuco
RMR	Região Metropolitana do Recife
SIAB	Sistema de Informação da Atenção Básica
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

LISTA DE SÍMBOLOS

P_T	População estimada no ano T
P_0	População de referência inicial
T_x	Taxa de crescimento geométrico
T	Ano da população estimada
T_0	Ano de referência para a P_0
P_1	População de referência inicial
T_1	Ano de referência de P_1
P_2	População de referência final
T_2	Ano de referência de P_2
K_g	Fator de crescimento geométrico
Q_i	Vazão inicial de projeto
Q_f	Vazão final de projeto
K_1	Coefficiente de máxima vazão diária
K_2	Coefficiente de máxima vazão horária
P_i	População inicial
P_f	População final
q	Consumo de água “ <i>per capita</i> ”
C	Coefficiente de retorno
$H_{\text{útil}}$	Altura útil
S	Submergência da bomba
H_{med}	Altura média
$Q_{\text{máx}}$	Vazão máxima
$Q_{\text{méd}}$	Vazão média
$Q_{\text{médi}}$	Vazão média inicial de plano
$Q_{\text{méd f}}$	Vazão média final de plano
$V_{\text{ret.i}}$	Volume de sólidos retido em início de plano
$V_{\text{ret.f}}$	Volume de sólidos retido em final de plano
R_{sg}	Retenção de sólidos grosseiros
$T_{\text{rem.i}}$	Tempo de remoção de detritos inicial

$T_{rem.f}$	Tempo de remoção de detritos final
$V_{mín}$	Volume mínimo do poço de sucção
T	Tempo de partida entre as bombas
Q_b	Capacidade de recalque da bomba
V_d	Volume do poço
$A_{poço}$	Área do poço
H_{med}	Altura entre o NA_{med} (entre o $NA_{máx}$ e $NA_{mín}$) e o fundo do poço
T_d	Tempo de detenção
D	Diâmetro de Bresse
K	Fator da fórmula
V_p	Valor presente
D_1	Despesa no 1º ano após a obra
D_2	Despesa no 2º ano após a obra
D_n	Despesa no ano N após a obra
N	Número de anos do período de projeto
i	Taxa anual de juros
h_L	Perda de carga localizada
k_{total}	Soma dos coeficientes de perda de carga de cada peça
v	Velocidade
g	Aceleração da gravidade
J	Perda de carga unitária
C	Coefficiente de Hazen-Willians
D_i	Diâmetro interno da tubulação
H_c	Perda de carga distribuída
L	Extensão da linha de recalque
H_{ct}	Perda de carga distribuída total
H_t	Perda de carga total
P	Potência consumida
	Peso específico esgoto
Q_t	Vazão de recalque no ponto de trabalho
H_{man}	Altura manométrica no ponto operacional
η	Rendimento total da bomba no ponto trabalho

P_{inst}	Potência instalada
E	Eficiência da grade
A	Espaçamento entre as grades
T	Espessura das barras
A_u	Área útil
S	Seção do canal junta à grade
Q	Vazão
V	Velocidade de passagem
H_f	Perda de carga
B	Fator de dependência da seção das barras
Θ	Ângulo da grade com a horizontal
N_E	Número de espaços da grade
N_B	Número de barras da grade
B	Largura da grade
T	Tempo de sedimentação
H	Lâmina de esgoto
V_s	Velocidade de sedimentação
L	Comprimento da caixa de areia
V_H	Velocidade horizontal
V	Volume do RAFA
TDH	Tempo de detenção hidráulica
A	Área do reator
H	Altura do reator
n	Número de tubos
A	Área do reator
A_{inf}	Área de influência do tubo
V_{desc}	Velocidade de escoamento descendente
S	Área da seção do tubo
V_{asc}	Velocidade ascensional do lodo
A	Área do reator
M	Massa de lodo
DQO_{afllu}	DQO do afluente

d	Densidade do lodo
i	Teor de sólidos
DBO _{ef}	DBO efluente do esgoto
DBO _{af}	DBO afluente do esgoto
E	Eficiência do RAFA
V	Volume da lagoa
TDH	Tempo de detenção hidráulica
K _{b,20}	Coeficiente de decaimento bacteriano em 20°C
H	Profundidade
K _{b,T}	Coeficiente de decaimento bacteriano em T
T	Temperatura
No	Concentração de coliformes
Pop	População
N	Concentração de coliformes no efluente
No	Concentração de coliformes no afluente
E	Eficiência da lagoa de maturação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO	19
1.2	OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS	19
1.3	SITUAÇÃO NO BRASIL	19
1.3.1	Situação no Nordeste	20
1.3.1.1	Situação em São Lourenço da Mata	21
2	DIMENSIONAMENTO	23
2.1	CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO	23
2.2	ESTUDO POPULACIONAL	24
2.2.1	Crescimento demográfico em São Lourenço da Mata	25
2.2.2	Projeções demográficas	26
2.2.3	Crescimento populacional na área de projeto	27
2.3	REDE COLETORA	28
2.3.1	Diretrizes gerais	29
2.3.2	Critérios e parâmetros de projeto	29
2.3.3	Vazões de dimensionamento	30
2.4	SISTEMAS DE RECALQUE	34
2.4.1	Elevatória de esgoto	35
2.4.1.1	Dimensionamento do poço de sucção	35
2.4.1.2	Dimensionamento do cesto coletor de detritos	38
2.4.1.3	Dimensionamento do diâmetro de recalque	40
2.4.1.4	Perdas de carga	44
2.4.1.5	Altura manométrica	47
2.4.1.6	Curva do sistema	48
2.4.1.7	Estimativa da potência	50
2.5	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO	52
2.5.1	Tratamento preliminar	55
2.5.1.1	Gradeamento	55
2.5.1.2	Caixa de areia	55

2.5.2	Calha Parshall	59
2.5.3	Tratamento secundário	60
2.5.3.1	Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente - RAFA	61
2.5.3.2	Lagoa de estabilização.....	65
3	ESTIMATIVA DE CUSTO	68
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
	REFERÊNCIAS	71
	APÊNDICE A – Memorial de dimensionamento e Projetos da rede da sub-bacia A.	73
	APÊNDICE B – Projetos da EEE, linha de recalque, travessia e ETE.	83
	APÊNDICE C – Estimativas de custos de materiais da rede coletora e da EEE.....	90
	ANEXO A – Curvas e dimensões características da bomba.....	95

1 INTRODUÇÃO

O município de São Lourenço da Mata está localizado na Região Metropolitana do Recife (RMR), limitando-se com as cidades de Paudalho, Jaboatão dos Guararapes, Moreno, Recife, Camaragibe, Vitória de Santo Antão e Chã de Alegria. Localizada a 18 km do Recife, a extensão territorial da cidade compreende uma área de 264 km², com uma população estimada, em julho de 2016, de 111.197 pessoas, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Foi realizado o projeto de coleta, transporte e tratamento de esgotos sanitários de 2 bacias coletoras da cidade de São Lourenço da Mata. As sub-bacias, denominadas Sub-bacia A e Sub-bacia B, são partes integrantes desse projeto. A Sub-bacia A foi dimensionada para lançar todo seu efluente para a Sub-bacia B por gravidade e esta, por sua vez, coletará todo o seu esgoto que juntamente com o efluente da Sub-bacia A são levados até a EEE (Estação Elevatória de Esgotos) – Muribara. Posteriormente será bombeado até a ETE (Estação de Tratamento de Esgoto) - Capibaribe que por fim lançará os dejetos tratados no rio Capibaribe.

O projeto foi iniciado com a definição de uma microrregião do município composta pelas citadas bacias coletoras, seguida da elaboração da planta topográfica com curvas de níveis da área em estudo. A Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) disponibilizou em seu “site”, através do programa Projeto de Sustentabilidade Hídrica de Pernambuco (PSH-PE), bases cartográficas da cidade de São Lourenço da Mata. Após essa etapa foi realizado o traçado, o dimensionamento da rede coletora e do sistema de recalque de esgoto, baseados na população de projeto definida para essas áreas. Em seguida uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) para que o esgoto sanitário das 2 bacias receba o seu devido tratamento, para o lançamento adequado no corpo hídrico receptor. Ao final, foi elaborada uma estimativa de custo do sistema, incluindo a lista de materiais utilizados neste projeto.

Para este projeto foi considerado que as bacias hidrográficas estudadas não possuem rede de esgoto existente além de não haver interferências com as tubulações de abastecimento de água e rede de águas pluviais por falta de conhecimento.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

Grande parte da população brasileira ainda não possui acesso à coleta de esgoto sanitário, consequentemente acabam despejando seus esgotos de forma inadequada no meio ambiente. Na região Nordeste do Brasil apenas 32,1% do esgoto sanitário produzido é tratado de maneira correta (SNIS,2015), de modo que a grande parte do esgoto gerado é descartado no meio ambiente de forma irregular, prejudicando consideravelmente a qualidade de vida das pessoas e o ecossistema.

A nível global a Organização Mundial de Saúde – OMS (2014) afirmou que, para cada dólar investido em saneamento são economizados 4,3 dólares em custos de saúde no mundo, tratando-se do Brasil a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) estima que para cada 1 real investido por governos em saneamento básico são economizados 4 reais de custos de saúde.

1.2 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

Esta monografia tem o objetivo geral de apresentar um projeto de coleta, transporte e tratamento do esgoto de duas bacias coletoras da cidade de São Lourenço da Mata com os objetivos específicos:

- Traçar e dimensionar a rede coletora;
- Dimensionar o sistema de recalque;
- Dimensionar o sistema de tratamento do esgoto coletado;
- Estimar o custo do sistema

1.3 SITUAÇÃO NO BRASIL

No Brasil houve um grande avanço nos últimos 30 anos em relação ao saneamento básico. Porém, muitas cidades do interior do país, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, ainda apresentam deficiências nesta área. De acordo com informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) grande parte da população ainda não possui acesso à coleta e transporte de esgoto.

De acordo com informações fornecidas pelo SNIS no ano de 2015, o qual apresenta os valores médios dos índices de atendimento com água e esgotos e dos índices de tratamento dos esgotos, distribuídos segundo as regiões geográficas e a média do Brasil.

Tabela 1: Níveis de atendimento com água e esgoto no Brasil.

Região	Índice de atendimento com rede (%)				Índice de tratamento dos esgotos (%)	
	Água		Coleta de esgotos		Esgotos gerados	Esgotos coletados
	Total	Urbano	Total	Urbano	Total	Total
Norte	56,9	69,2	8,7	11,2	16,4	83,9
Nordeste	73,4	89,6	24,7	32,2	32,1	78,5
Sudeste	91,2	96,1	77,2	81,9	47,4	67,8
Sul	89,4	98,1	41,0	47,5	41,4	94,3
Centro-Oeste	89,6	97,4	49,6	54,7	50,2	92,6
Brasil	83,3	93,1	50,3	58,0	42,7	74,0

Fonte: SNIS, 2015

Nota: Para o cálculo de índice de tratamento dos esgotos produzidos estima-se o volume de esgoto gerado como sendo igual ao volume de água consumida.

Pode-se observar na tabela 1 que mesmo 50,3% da população total do Brasil tendo acesso à coleta de esgotos apenas 42,7% dos esgotos gerados pela população recebem tratamento. Isso ocorre devido à falta de investimento por parte do poder público, do qual se espera uma maior aplicação financeira em obras de infraestrutura voltadas ao saneamento básico.

1.3.1 Situação no Nordeste

De acordo com o SNIS (2015) a Região Nordeste é a segunda pior em termos de coleta e tratamento de esgotos tendo apenas 24,7% da população que possuem acesso à coleta, sendo tratado apenas 32,1% do esgoto gerado. A tabela 2 retrata o ranking do índice de atendimento de esgoto dos 20 maiores municípios do Nordeste.

De acordo com os dados do Ministério das Cidades e verificados pelo Instituto Trata Brasil, que é uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP), apenas 71% das pessoas possuíam acesso à água tratada e 21% tinham coleta de esgotos na região Nordeste, em 2011.

Tabela 2: Ranking de cidades com atendimento de esgoto

Município	UF	Ranking 2017	Índice de atendimento total de esgoto (%)	Índice de atendimento urbano de esgoto (%)
Campina Grande	PB	1	88,28	92,61
Vitória da Conquista	BA	2	80,73	90,17
Salvador	BA	3	79,78	79,80
João Pessoa	PB	4	75,71	76,00
Petrolina	PE	5	63,12	84,64
Feira de Santana	BA	6	55,20	60,18
Caruaru	PE	7	54,88	57,69
Fortaleza	CE	8	49,04	49,04
São Luís	MA	9	48,35	51,19
Mossoró	RN	10	44,92	49,20
Recife	PE	11	39,95	39,95
Aracaju	SE	12	39,93	39,93
Paulista	PE	13	38,51	38,51
Natal	RN	14	37,58	37,58
Olinda	PE	15	36,17	36,89
Maceió	AL	16	34,97	34,99
Caucaia	CE	17	29,57	33,16
Juazeiro do Norte	CE	18	21,99	22,89
Teresina	PI	19	19,96	21,17
Belém	PA	20	12,80	12,91
Jaboatão dos Guararapes	PE	21	6,66	6,81
Ananindeua	PA	22	2,09	2,10
Santarém	PA	23	0,00	0,00

Fonte: Adaptado pelos autores - SNIS (2013).

Nota: O ranking feito pelo Instituto Trata Brasil levou em consideração outros critérios, sendo aqui as cidades representadas e classificadas de acordo com o percentual de atendimento apenas para esgotamento sanitário.

1.3.1.1 Situação em São Lourenço da Mata

De acordo com dados obtidos através do Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB) do ministério da saúde, foi identificado o percentual de domicílios atendidos com rede pública, fossas e que fazem o lançamento do esgoto a céu aberto, conforme a tabela 3.

Tabela 3: Percentual de domicílios com o respectivo atendimento (Situação de saneamento oriundo do SIAB)

Ano	Rede pública (%)	Fossa (%)	Céu aberto (%)
2008	20,69	71,00	8,31
2009	20,79	70,90	8,31
2010	25,98	66,58	7,44
2011	25,98	66,58	7,44
2012	25,98	66,58	7,44
2013	25,98	66,58	7,44

Fonte: Ministério da saúde – DATASUS (2013)

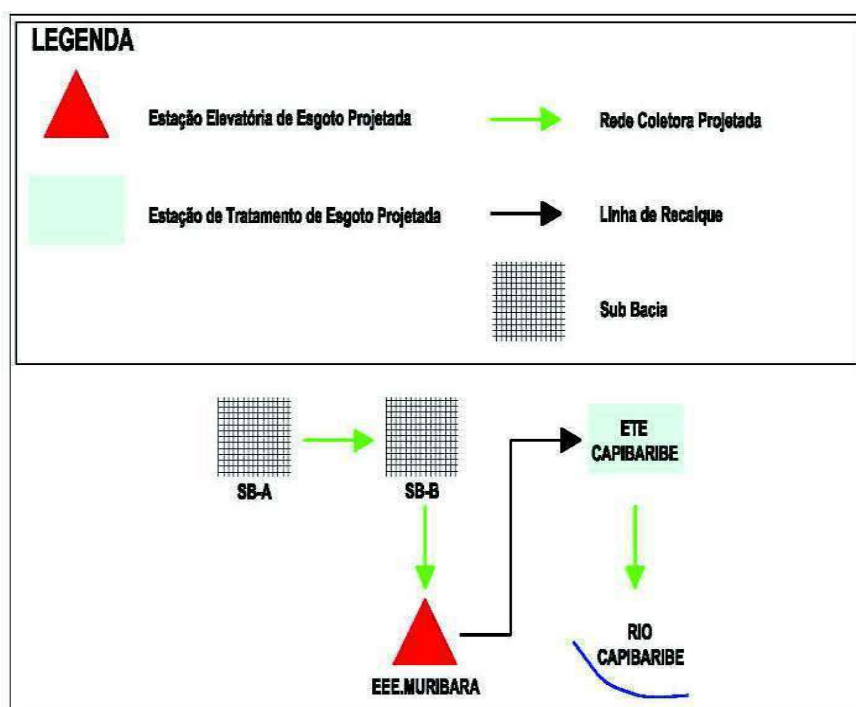
Como a atual rede é insuficiente para atender a demanda da população, muito dejetos acabam sendo lançados indevidamente em canais, córregos, em outros corpos hídricos que por fim desaguam no rio Capibaribe ou são despejados diretamente no mesmo. Com a coleta e o tratamento do esgoto tem se a expectativa que o município melhore não só o aspecto visual da cidade como a melhoria do ecossistema e a qualidade de vida de seus habitantes.

2 DIMENSIONAMENTO

2.1 CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

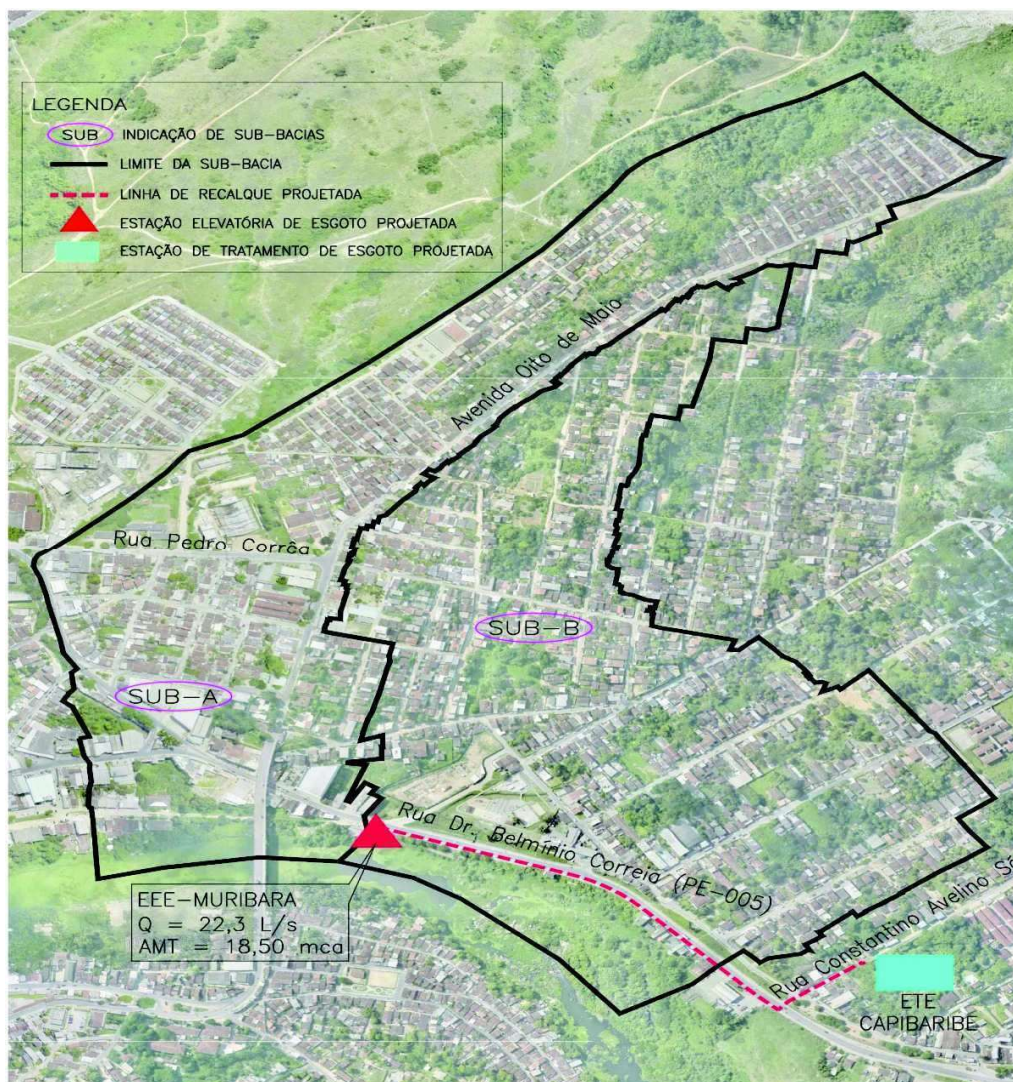
A concepção do sistema foi realizada seguindo os critérios da NBR 9648 (ABNT, 1986). O sistema de Esgotamento sanitário de São Lourenço da Mata elaborada, enquadra partes dos bairros de Várzea Fria e Centro, os quais compõem as sub-bacias denominadas A e B. As redes coletoras da sub-bacia A encaminharão os esgotos coletados até a sub-bacia B a partir desse ponto, os esgotos da sub-bacia A juntamente com os esgotos da sub-bacia B serão encaminhados para a Estação Elevatória de Esgotos (EEE) que realizará o recalque até a Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), responsável pelo tratamento dos efluentes das bacias coletoras. Para melhor entendimento do projeto foram elaborados um fluxograma e a delimitação das bacias coletoras, apresentados nas figuras 1 e 2 respectivamente.

Figura 1: Fluxograma SES- São Lourenço da Mata



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 2: SES- São Lourenço da Mata



Fonte: Adaptado pelos autores - COMPESA

2.2 ESTUDO POPULACIONAL

Para a definição das tendências futuras do crescimento demográfico em um determinado território é necessário que se compreenda a dinâmica dos principais fatores indutores e/ou condicionantes que influenciam sua progressão.

Assim, deve ser considerado que a alteração dos totais populacionais entre determinados períodos históricos ocorre na razão direta da variação de seus principais componentes, que são

determinados pelos saldos migratórios e vegetativos. No que se refere aos saldos migratórios seu resultado é determinado pela diferença entre os totais de imigração e emigração, sendo de simples apuração entre os períodos intercensitários. O saldo vegetativo, entretanto, possui estrutura mais complexa, sendo determinado pela variação de uma série de indicadores demográficos, onde se destacam, entre outras, as taxas de natalidade e de mortalidade.

Portanto, é importante que as projeções populacionais sejam elaboradas de forma consciente. Isto quer dizer que o projetista precisa conhecer todos os aspectos que influenciam o crescimento demográfico em um dado lugar em um determinado tempo.

2.2.1 Crescimento demográfico em São Lourenço da Mata

O Sistema de Esgotamento Sanitário objeto do presente trabalho deverá atender a população residente na área delimitada pelas sub-bacias determinadas no projeto. Para contextualizar o seu histórico de ocupação, também são considerados os dados do próprio Estado de Pernambuco como um todo.

Na tabela 4, será apresentada a população total residente no município de interesse deste estudo, assim como a totalização da Região Metropolitana do Recife, do Estado de Pernambuco e do Brasil. Estes valores foram obtidos a partir de dados dos últimos censos disponibilizados pela Fundação IBGE. Já a tabela 5 apresenta a taxa de crescimento populacional anual, calculadas a partir de datas marco, referente aos censos do IBGE.

Tabela 4: População residente por região

Território	População residente (hab.)				
	1970	1980	1991	2000	2010
São Lourenço da Mata	92.196	144.128	85.128	90.402	102.895
RMR	1.827.173	2.386.453	2.919.979	3.337.565	3.690.547
Pernambuco	5.160.625	6.142.229	7.127.855	7.918.344	8.796.448
Brasil	93.134.846	119.011.052	146.825.475	169.799.170	190.755.799

Fonte: Censos Demográficos (IBGE, 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010).

Nota: RMR- Região Metropolitana do Recife, composta pelos municípios Abreu e Lima, Araçoiaba, Camaragibe, Cabo de Santo Agostinho, Igarassu, Ilha de Itamaracá, Ipojuca, Itapissuma, Jaboatão dos Guararapes, Moreno, Olinda, Paulista, Recife, São Lourenço da Mata.

Tabela 5: Taxa de crescimento populacional anual por região.

Território	Taxa de crescimento (a.a.)			
	1970/ 1980	1980/ 1991	1991/ 2000	2000/ 2010
São Lourenço da Mata	1,05	0,95	1,01	1,01
RMR	1,03	1,02	1,02	1,01
Pernambuco	1,02	1,01	1,01	1,01
Brasil	1,02	1,02	1,02	1,01

Fonte: Censos Demográficos (IBGE, 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010).

2.2.2 Projeções demográficas

A literatura trata de alguns métodos para projeções populacionais, dentre elas valem destacar, o método aritmético, geométrico e crescimento logístico. O modelo a seguir será o método geométrico. Este modelo considera que crescimento exponencial é constante a partir de uma taxa anual (percentual de crescimento) determinada a partir da verificação da dinâmica do crescimento entre datas marco, caso esse representado bem na tabela 5. A equação que expressa esta metodologia é apresentada a seguir:

$$P_T = P_0 \times (T_x)^{(T - T_0)} \quad (1)$$

Em que:

P_T = população estimada no ano T

P_0 = População de referência inicial

T_x = taxa de crescimento geométrico

T = ano da população estimada

T_0 = ano de referência para a P_0

Destaca-se que a taxa de crescimento geométrica pode ser determinada pela seguinte equação:

$$T_x = e^{(K_g)} \quad (2)$$

$$K_g = \frac{(\ln P_2 - \ln P_1)}{(T_2 - T_1)} \quad (3)$$

Em que:

P_1 = população de referência inicial, no caso do ano de 2000

T_1 = ano de referência de P_1

P_2 = população de referência final, no caso do ano de 2010

T_2 = ano de referência de P_2

K_g = fator de crescimento geométrico

2.2.3 Crescimento populacional na área de projeto

Através das malhas dos setores censitários de acordo com o censo 2010 do IBGE, foi obtida a população em cada setor que pertencia as sub-bacias delimitadas em estudo. Com base na tabela 5 verificou-se que as taxas se mantem constante para últimos censos. Foi adotado o método de projeção geométrica, pois é o que melhor se adequa a situação. A tabela 6 informa a codificação dos setores censitários determinada pelo IBGE, às projeções da população por malha, as áreas de cada setor e a densidade populacional para cada malha de setor indicada.

Tabela 6: Projeção populacional da região em projeto

Malha de setores	População 2010 (hab.)	População 2017 (hab.)	População 2037 (hab.)	Área (m ²)	Densidade pop. 2010 (hab./m ²)	Densidade pop. 2017 (hab./m ²)	Densidade pop. 2037 (hab./m ²)
261370105000003	1.546	1.692	2.191	142.856,62	0,0108	0,0118	0,0153
261370105000004	1.147	1.256	1.626	151.312,37	0,0076	0,0083	0,0107
261370105000010	1.177	1.288	1.668	447.467,41	0,0026	0,0029	0,0037
261370105000020	889	973	1.260	109.102,95	0,0081	0,0089	0,0115
261370105000021	1.030	1.127	1.460	141.647,57	0,0073	0,0080	0,0103
261370105000073	708	775	1.003	46.874,43	0,0151	0,0165	0,0214
261370105000075	496	543	703	157.419,26	0,0032	0,0034	0,0045
261370105000084	625	684	886	70.694,55	0,0088	0,0097	0,0125
261370105000085	709	776	1.005	130.445,57	0,0054	0,0059	0,0077
261370105000111	825	903	1.169	331.002,95	0,0025	0,0027	0,0035
261370105000117	724	793	1.026	113.994,28	0,0064	0,0070	0,0090

Fonte: Elaborado pelos autores, baseado em IBGE (2010).

Com as densidades populacionais obtidas na tabela acima foi realizado o cálculo populacional de cada sub-bacia, os resultados são apresentados nas tabelas 7 e 8.

Tabela 7: Sub-bacia A

Malha de setores	Área (m²)	População 2017 (hab.)	População 2037 (hab.)
261370105000003	137.771,30	1.632	2.113
261370105000004	71.204,86	591	765
261370105000010	1.720,67	5	6
261370105000073	46.672,60	772	999
261370105000075	26.863,20	93	120
261370105000111	17.479,89	48	62
261370105000117	14.602,23	102	131
Total	316.314,75	3.241	4.197

Fonte: Elaborado pelos autores, baseado em IBGE (2010).

Tabela 8: Sub-bacia B

Malha de setores	Área (m²)	População 2017 (hab.)	População 2037 (hab.)
261370105000010	41.844,28	120	156
261370105000020	51.942,21	463	600
261370105000021	87.818,62	699	905
261370105000084	47.812,71	463	599
261370105000085	19.389,50	115	149
261370105000111	77.667,86	212	274
261370105000117	77.218,98	537	695
Total	403.694,17	2.610	3.379

Fonte: Elaborado pelos autores, baseado em IBGE (2010).

As áreas descritas nas tabelas 7 e 8 são referentes às áreas das sub-bacias dentro dos setores censitários.

2.3 REDE COLETORA

Inicialmente para o dimensionamento da rede coletora, se fez necessário a base de informações contendo, imagens, quadras e curvas de nível para o seu devido traçado.

As imagens foram obtidas do site da COMPESA, bem como os pontos cotados da região. Pontos esses necessários para a elaboração das curvas de nível, para tal foi utilizado o “*software*” AUTOCAD-CIVIL3D. Após transferir os pontos cotados para o AUTOCAD-CIVIL 3D foram geradas todas as curvas de nível da região, cotadas metro a metro.

2.3.1 Diretrizes gerais

O projeto das redes coletoras foi elaborado empregando-se o denominado “Sistema Convencional” de coleta, o qual é constituído por coletores com diâmetro mínimo de 150 mm, com o uso de poços de visita como unidades de inspeção e limpeza.

O traçado da rede coletora foi realizado com auxílio do “*software*” AUTOCAD, nele será realizado todo o traçado para que se atenda o máximo de pessoas possível nas duas bacias coletoras escolhidas. Apenas nas regiões, descritas como áreas críticas, que ocasionará o aprofundamento extraordinário da rede deverão tomar medidas individuais do despejo dos seus efluentes. O traçado será feito de maneira que ocorra o escoamento por gravidade para a elevatória, onde irá bombear o esgoto para a estação de tratamento de esgoto sanitário.

Para o dimensionamento será utilizado “*software*” EXCEL. Nesta etapa do projeto serão obedecidas as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) segundo as NBRs vigentes e COMPESA através de sua norma interna (SOP – 092), as quais especificam os critérios que deverão ser atendidos para a rede coletora.

2.3.2 Critérios e parâmetros de projeto

- Dimensionamento dos condutos para escoamento livre com a vazão máxima de alcance do plano e verificação da tensão trativa mínima para a vazão inicial, conforme recomendam as normas NBR 9649 (ABNT, 1986) e NBR 14486 (ABNT, 2000), assim como distâncias entre PVs e suas profundidades, conforme.
- Cálculo hidráulico, considerando regime de escoamento uniforme e permanente, segundo Chézy/Manning, adotando $n = 0,013$ para tubulação em PVC Ocre. Esse valor é normalmente utilizado em escoamento de esgoto. Para METCALF e EDDY (1981) esse valor deve ser mantido, mesmo na utilização de materiais menos rugosos e com comprimentos maiores do que as tubulações tradicionais, pois o número de ligações e

de poços de visita (PV) permanecem o mesmo, independentemente do tipo de material utilizado.

- Declividade máxima para velocidade de escoamento, em final de plano, inferior a 5,0 m/s.
- Vazão mínima de dimensionamento igual a 1,5 L/s
- Dispositivo de inspeção: PV convencional
- Os dispositivos de inspeção serão utilizados nos pontos singulares da rede coletora, tais como: no início de coletores, nas mudanças de direção, de declividade, de diâmetro e de material, na reunião de coletores e onde há degraus ou tubos de queda
- Recobrimento mínimo de 0,90 m
- Tubo de queda mínimo:
 - DN 150 – 0,84 m
 - DN 200 – 1,00 m
- Distância máxima entre dispositivos de inspeção:
 - DN 150 / 200 : 80 m
 - DN 250 / 300 : 90 m
- Taxa de infiltração:
 - 0,15 L/s.km para rede projetada
- Regime de escoamento livre com lâmina líquida máxima de 75% do diâmetro da tubulação, ou seja, $Y/D=0,75$ para a vazão máxima de final de plano;
 - O aprofundamento da rede para atendimento das edificações será até a profundidade da rede alcançar o limite máximo de 3,50 m. As edificações com impossibilidade de atendimento, ou seja, que necessitem de profundidades de rede coletora superiores a 3,50 m, deverão dispor de soluções individuais ou se ligarem à rede através de lotes vizinhos.

2.3.3 Vazões de dimensionamento

- O coeficiente K_1 consiste na relação entre o maior consumo diário de água verificado e o consumo médio diário, ou seja:

$$K_1 = (\text{maior consumo diária no ano}) / (\text{consumo médio diária no ano})$$

No presente trabalho é adotado o valor de 1,20 para este coeficiente, conforme recomenda a norma NBR 9649 (ABNT, 1986) quando não se dispõe de dados operacionais confiáveis para se determinar tal parâmetro.

- Coeficiente de variação máxima horária (K_2)

O coeficiente K_2 representa a relação entre o consumo máximo horário de água e o médio do dia de maior consumo.

A NBR 9649 (ABNT, 1986) recomenda o valor de 1,5 para K_2 quando, como é o presente caso, não se dispõe de estudo que possa determinar valor específico deste.

Cabe observar que a literatura técnica registra vários estudos realizados a respeito da variação do consumo horário em diversos sistemas de distribuição de água de cidades brasileiras, geralmente indicando pouca divergência em relação ao valor recomendado pela norma.

Assim, considera-se o valor de 1,5 para o coeficiente K_2 no presente estudo.

- Coeficiente de retorno

Quando não se dispõe de dados específicos para avaliar o valor do Coeficiente de Retorno, como é o presente caso, usualmente adota-se o valor deste parâmetro referido em Norma (ou seja, de 0,8), o que é admitido no presente estudo.

- Consumo “*per capita*” de água.

Conforme dados coletados do SNIS 2013, foi elaborada a tabela 9 com o consumo médio “*per capita*” de São Lourenço da Mata dos últimos anos.

O sistema de abastecimento de água do município atualmente é atendido pelo Sistema Várzea do Una, com uma produção de 300L/s, a COMPESA (2016) emitiu uma nota ao final de 2016 informando que a cidade terá o sistema de abastecimento de água ampliado para 500L/s.

Tabela 9: Consumo de água “*per capita*” de São Lourenço da Mata

Ano	Consumo L/(hab.dia)
2001	59,6
2002	52,1
2003	57,6
2004	61,0
2005	65,0
2006	63,7
2007	55,8
2008	66,8
2009	70,1
2010	83,6
2011	95,6
2012	102,5
2013	93,2

Fonte: SNIS (2013).

Com base nos dados obtidos na tabela 9, tem-se que a média de consumo de 2010 a 2013, considerado os anos de consumo mais relevante para o presente momento, é de 93,2 L/hab.dia. Tendo em vista que a ampliação do sistema de abastecimento será de 66,7%, foi incrementada essa mesma taxa de aumento de consumo de água “*per capita*” de projeto resultando em uma expectativa de consumo entorno de 150,0 L/ (hab.dia), que é o valor usualmente adotado em projetos de esgotamento sanitário.

As vazões a serem utilizadas no dimensionamento do projeto foram calculadas a partir dos parâmetros de projeto já apresentados anteriormente. As vazões inicial e final de projeto serão calculadas através das seguintes fórmulas:

$$Q_i = \frac{k_2 \times P_i \times q \times C}{86400} \quad (4)$$

$$Q_f = \frac{k_1 \times K_2 \times P_f \times q \times C}{86400} \quad (5)$$

Em que:

Q_i – Vazão inicial de projeto

Q_f – Vazão final de projeto

K_1 – Coeficiente de máxima vazão diária

K_2 – Coeficiente de máxima vazão horária

P_i – População inicial (hab)

P_f – População final (hab)

q – Consumo de água “*per capita*” (L/hab.dia)

C – Coeficiente de retorno

O resultado do dimensionamento, em resumo, das sub-bacias A e B e a superposição de ambas, se encontram nas tabelas 10, 11 e 12 respectivamente.

Tabela 10: Vazão total da Sub-bacia A

Ano	População (hab.)		Índice de Cobert.	Rede Projetada		Vazões Totais (acrescida da infiltração) (L/s)				
	Total	Atend.		Ext. (m)	Inf. (L/s)	Média	Mín.	Máx. Dia.	Máx. Hor.	Inicial
2017	3.504	3.504	100%	8.359,56	1,25	6,12	3,69	7,09	10,01	8,55
2020	3.643	3.643	100%	8.359,56	1,25	6,31	3,78	7,33	10,36	
2025	3.886	3.886	100%	8.359,56	1,25	6,65	3,95	7,73	10,97	
2030	4.145	4.145	100%	8.359,56	1,25	7,01	4,13	8,16	11,62	
2035	4.422	4.422	100%	8.359,56	1,25	7,40	4,32	8,62	12,31	
2037	4.537	4.537	100%	8.359,56	1,25	7,56	4,40	8,82	12,60	

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 11: Vazão total da Sub-bacia B

Ano	População (hab.)		Índice de Cobert.	Rede Projetada		Vazões Totais (acrescida da infiltração) (L/s)				
	Total	Atend.		Ext. (m)	Inf. (L/s)	Média	Mín.	Máx. Dia.	Máx. Hor.	Inicial
2017	2.610	2.610	100%	5.200,00	0,78	4,40	2,59	5,13	7,30	6,22
2020	2.713	2.713	100%	5.200,00	0,78	4,55	2,66	5,30	7,56	
2025	2.894	2.894	100%	5.200,00	0,78	4,80	2,79	5,60	8,01	
2030	3.087	3.087	100%	5.200,00	0,78	5,07	2,92	5,92	8,50	
2035	3.293	3.293	100%	5.200,00	0,78	5,35	3,07	6,27	9,01	
2037	3.379	3.379	100%	5.200,00	0,78	5,47	3,13	6,41	9,23	

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 12: Vazão total da Sub-bacia A+B

Ano	População (hab.)		Índice de Cobert.	Rede Projetada		Vazões Totais (acrescida da infiltração)				
	Total	Atend.		Ext. (m)	Inf. (L/s)	Média	Mín.	Máx. Dia.	Máx. Hor.	Inicial
2017	6.114	6.114	100%	13.559,56	2,03	10,52	6,28	12,22	17,31	14,77
2020	6.356	6.356	100%	13.559,56	2,03	10,86	6,44	12,63	17,92	
2025	6.780	6.780	100%	13.559,56	2,03	11,45	6,74	13,33	18,98	
2030	7.232	7.232	100%	13.559,56	2,03	12,08	7,05	14,08	20,12	
2035	7.715	7.715	100%	13.559,56	2,03	12,75	7,39	14,89	21,32	
2037	7.916	7.916	100%	13.559,56	2,03	13,03	7,53	15,23	21,83	

Fonte: Elaborado pelos autores.

A memória de cálculo da rede coletora da sub-bacia A e os seus respectivos desenhos se encontram no Apêndice A.

2.4 SISTEMAS DE RECALQUE

Quando do ponto de vista técnico e econômico não se pode realizar o escoamento de esgotos por meio da gravidade, é necessário o uso de bombas hidráulicas, que são máquinas destinadas à transformação da energia mecânica recebida dos motores em energia hidráulica sob a forma cinética, de pressão e/ou potencial, a fim de possibilitar o transporte e/ou elevação dos fluidos a outros pontos (CIRILO, 2011).

Os conjuntos formados pelas tubulações, bombas, motores e instalações elétricas são denominados como instalações elevatórias e tem como objetivo transportar o esgoto de um ponto até outro, tendo como prioridade fundamental não permitir o aprofundamento da rede coletora em cotas construtivas inviáveis. Os sistemas de recalque podem ser de recuperação de cota ou transposição de bacias. Para o presente projeto, o recalque fará a transposição da sub-bacia B até alcançar a ETE-Capibaribe.

2.4.1 Elevatória de esgoto

A estação elevatória de esgotos EEE-Muribara foi alocada em área situada na Avenida Doutor Belminio Correia e possui uma área de 225m². Esta estação elevatória será responsável por receber os esgotos da sub-bacia A e sub-bacia B e encaminhá-los para a ETE-Capibaribe.

As vazões de dimensionamento da estação elevatória serão dadas através da tabela 12. Tendo em vista que os valores de vazões obtidos são relativamente baixos para o sistema projetado, a elevatória funcionará com 2 conjuntos (1+1 reserva) motor-bombas do tipo centrífuga submersível.

O barrilete de recalque será usado em ferro fundido dúctil devido à grande quantidade de peças e conexões empregadas, sendo o ferro dúctil largamente comercializado e usado para essa finalidade, enquanto a linha de recalque será em Polietileno de Alta Densidade (PEAD) cujas junções entre tubos desprezam bolsas de conexão e por ter uma maior flexibilidade, permite a execução de curvas horizontais e verticais, facilitando assim o assentamento da linha de recalque projetada, vale salientar que o PEAD é um material atóxico, de maior leveza, imune a corrosão, possui baixa rugosidade, excelente soldabilidade (termofusão ou eletrofusão) além de uma longa vida útil, estipulada em torno de 50 anos e máxima pressão de operação até 2,5 Mpa conforme NBR 15561 (ABNT,2016).

Os parâmetros de dimensionamento serão apresentados a seguir.

2.4.1.1 Dimensionamento do poço de sucção

O poço de sucção de uma elevatória é uma câmara de detenção do volume de afluentes que faz a transição dos esgotos coletados para posteriormente serem recalcados pelos conjuntos de bombeamento. É conveniente que essa câmara seja dividida em pelo menos dois compartimentos com entradas independentes, de modo a tornar a operação da unidade mais flexível, facilitando serviços de limpeza e reparos. Para efeito de ampliação da capacidade de armazenamento do poço úmido, opcionalmente os compartimentos poderão ser intercomunicáveis através de comportas. Para o seu dimensionamento deve-se partir de algumas considerações (SOBRINHO; TSUTIYA, 2011):

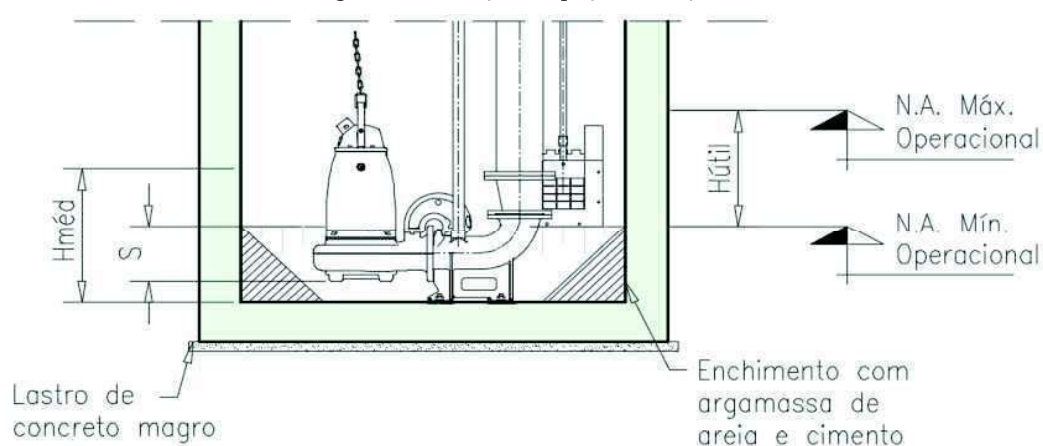
- O poço deve ter um volume mínimo para que não provoque o enchimento rápido demais e conseqüentemente uma alta frequência de partidas e paradas das bombas.

- Deve ter um volume máximo para que os esgotos não passem longos períodos de detenção ao ponto de gerar sua septicidade.
- Aspectos hidráulicos relacionados à prevenção da formação de vórtices.
- Evitar a formação de volumes parados (zonas mortas) que criariam sedimentações indesejáveis e geração de maus odores.
- Volume de reserva para absorver eventuais paradas de bombeamento e/ou necessidade de manutenção dos conjuntos de recalque.

Para o presente projeto foram adotados os seguintes parâmetros descritos e conforme a figura 3.

- O tempo de ciclo de 10 minutos para partida do motor da bomba.
- Tempo de detenção hidráulica de 20 minutos.
- Altura útil ($H_{\text{útil}}$) entre o $N.A_{\text{máx}}$ e o $N.A_{\text{mín}}$ será 0,6 metros.
- Submergência (S) da bomba será adotada a maior entre, duas vezes o diâmetro de sucção ou 0,5 metros, segundo recomendação técnica (SOBRINHO; TSUTIYA, 2011). Como a bomba é submersível, foi adotado $S=0,5\text{m}$.
- Altura média (H_{med}) entre o $N.A_{\text{mín}}$ e o $N.A_{\text{máx}}$ será 0,95 metros.

Figura 3: Ilustração do poço de sucção



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para cálculo do dimensionamento do poço, existem duas vazões a serem consideradas, a vazão máxima de final e a vazão média de início de plano.

-Vazão máxima ($Q_{\text{máx}}$)

Tem finalidade de fixar a capacidade de recalque das bombas, para que sejam determinadas as dimensões mínimas do poço de sucção, de modo que os intervalos de partida entre as bombas não prejudiquem o funcionamento do motor.

-Vazão média ($Q_{\text{méd}}$)

Tem por objetivo calcular as dimensões máximas do poço, tendo em vista que o esgoto ao passar longos períodos em detenção, sofrerá septicidade (SOBRINHO; TSUTIYA, 2011)

Para o sistema de recalque aplicado (1 bomba atuante +1 bomba reserva) tem-se que o volume mínimo do poço será:

$$V_{\text{mín}} = \frac{(T \times Q_b)}{4} \quad (6)$$

Onde:

$V_{\text{mín}}$ = Volume mínimo do poço de sucção (m^3);

T = Tempo de partida entre as bombas (min);

Q_b = Capacidade de recalque da bomba (m^3/min).

Logo, temos que:

$$V_{\text{mín}} = 3,3 \text{ m}^3$$

Com esse $V_{\text{mín}}$, e a altura útil, anteriormente determinada, obtivemos a área do poço;

$$A_{\text{poço}} = 5,5 \text{ m}^2$$

Agora deve-se verificar se o volume do poço não permitirá um tempo de detenção maior que o recomendado por norma, que segundo NBR 12208 (ABNT, 1992) é de 30 minutos.

O volume do poço será dado por:

$$V_d = A_{\text{poço}} * H_{\text{med}} \quad (7)$$

Onde:

V_d = Volume do poço (m^3);

$A_{\text{poço}}$ = Área do poço (m^2);

H_{med} = Altura entre o NA_{med} (entre o $NA_{\text{máx}}$ e $NA_{\text{mín}}$) e o fundo do poço.

Assim temos que:

$$V_d = 5,2 \text{ m}^3,$$

Portanto, para esse volume de poço, tem-se que o tempo de retenção do esgoto será dado por:

$$T_d = \frac{V_d}{(Q_{méd}/4)} \quad (8)$$

Logo, obtivemos que o T_d será igual a 26 minutos, tempo menor que o limite recomendado por norma.

2.4.1.2 Dimensionamento do cesto coletor de detritos

Para retenção dos sólidos grosseiros previu-se a instalação de cestos na entrada da elevatória. Foi adotado cesto de base quadrada, cujas principais dimensões são descritas a seguir:

- Número de cestos = 2 unidades
- Largura inferior = 30 cm
- Profundidade inferior = 40 cm
- Altura = 25 cm
- Largura superior = 40 cm
- Profundidade superior = 50 cm

Conforme a tabela 13 pode-se quantificar uma retenção de sólidos grosseiros no cesto coletor de detritos, de acordo com o espaçamento entre as barras de retenção.

Tabela 13: Quantidade de sólidos grosseiros retirados em função do espaçamento entre as barras retentoras

Espaçamento (mm)	Quantidade típica de sólidos grosseiros retidos (L/1000m³)
12,5	50
20	38
25	23
35	12
40	9
50	6

Fonte: Jordão e Pessoa (2005)

Para o espaçamento adotado, 25mm, considera-se uma quantidade de retenção (R_{SG}) de 23L/1000m³, logo:

$$V_{CESTO} = \frac{h}{3} (A_B + A_b + \sqrt{A_B \cdot A_b}) \quad (9)$$

Onde:

h – Altura do cesto coletor (m)

A_B – Área da base maior (m)

A_b – Área da base menor (m)

Logo:

$$V_{CESTO} = 0,04 \text{ m}^3$$

Para 2 cestos instalados temos que o V_{TOTAL} será 0,08 m³.

Temos ainda, conforme a tabela 12 as vazões médias de início e final de plano, necessárias para o cálculo do tempo de limpeza dos cestos coletores de detritos, logo:

$$Q_{médi} = 10,52 \text{ L/dia}$$

$$Q_{médi} = 13,03 \text{ L/dia}$$

Logo, temos que o volume de sólidos retidos inicial e final será:

$$V_{ret,i} = \frac{Q_{médi,i}}{R_{sg}} \quad (10)$$

$$V_{ret,f} = \frac{Q_{médi,f}}{R_{sg}} \quad (11)$$

Onde:

$V_{ret,i}$ – Volume de sólidos retidos em início de plano (m³)

$V_{ret,f}$ – Volume de sólidos retidos em final de plano (m³)

$Q_{médi}$ – Vazão média em início de plano (m³/dia)

$Q_{médi,f}$ – Vazão média em final de plano (m³/dia)

R_{sg} – Retenção de sólidos grosseiros (L/m³)

Logo

$$V_{ret,i} = 20,91 \text{ L/dia}$$

$$V_{ret,f} = 25,89 \text{ L/dia}$$

Portanto, para os dois cestos em operação temos que a limpeza deverá ocorrer de acordo com o tempo determinado a seguir.

$$T_{\text{rem.i}} = \frac{V_{\text{ret.i}}}{V_{\text{tot}}} \quad (12)$$

$$T_{\text{rem.f}} = \frac{V_{\text{ret.f}}}{V_{\text{tot}}} \quad (13)$$

Onde:

$T_{\text{rem.i}}$ – Tempo de remoção de detritos inicial (dias)

$T_{\text{rem.f}}$ – Tempo de remoção de detritos final (dias)

$V_{\text{ret.i}}$ – Volume de sólidos retidos em início de plano (L/dia)

$V_{\text{ret.f}}$ – Volume de sólidos retidos em final de plano (L/dia)

V_{tot} – Volume total dos dois cestos coletores (L)

Logo,

$T_{\text{rem.i}} = 4$ dias

$T_{\text{rem.f}} = 3$ dias

Logo, para início de plano deve-se fazer a limpeza do cesto a cada 4 dias, em final de plano, a cada 3 dias.

2.4.1.3 Dimensionamento do diâmetro de recalque

Para a escolha do diâmetro econômico foi utilizado a fórmula de Bresse, onde:

$$D = K * Q_b^{1/2} \quad (14)$$

Em que:

D – Diâmetro de Bresse (m)

Q_b – Capacidade de recalque da bomba (m^3/s)

K – Fator da fórmula

O valor de K depende de alguns fatores econômicos envolvidos, ele oscila conforme a época e a região, variando de 0,6 a 1,6 sendo o valor mais frequente dele no Brasil de 1,0 a 1,2. Devido a falta de informações mais detalhadas e por medida de segurança foi adotado o valor de K igual a 1,2. A vazão de recalque no ponto de trabalho será 22,3 L/s como mostra a tabela 24. O diâmetro obtido foi de 190,872 mm.

Após a obtenção do diâmetro de Bresse foi escolhido 3 diâmetros comerciais para se analisar qual deles é mais econômico, conforme a tabela 14. O primeiro diâmetro escolhido foi o diâmetro de Bresse, pegou-se um diâmetro comercial mais próximo e os outros dois foram os diâmetros comerciais, um imediatamente superior e outro inferior.

Tabela 14: Alternativas de diâmetros

DIÂMETRO INDICADO		
Opção	DI (mm)	DE (mm)
1	176,2	200
2	198,2	225
3	220,2	250

Fonte: Elaborado pelos autores

Para a análise do diâmetro econômico foi levado em consideração dois tipos de custos: O de implantação da linha de recalque e o custo de operação. Para o custo de implantação foi levado em consideração o custo unitário do PEAD de acordo com o seu diâmetro equivalente. O custo unitário de implantação de acordo com o diâmetro escolhido é apresentado na tabela 15.

Tabela 15: Alternativas de custos de instalação da linha de recalque

CUSTO DE IMPLANTAÇÃO			
Opção	DE (mm)	Custo (R\$/m)	Custo de implantação (R\$)
1	200	369,55	243.901,78
2	225	402,26	265.494,14
3	250	434,94	287.060,08

Fonte: Elaborado pelos autores

Nota: os valores foram obtidos através de pesquisas de mercado realizadas no primeiro semestre de 2017

Para a estimativa dos custos de operação, os rendimentos dos conjuntos moto-bomba foram definidos de acordo com consulta ao catálogo do fornecedor de referência, o dado é apresentado na tabela 16.

Tabela 16: Alternativas de potências para as perdas de carga

Opção	H _g (m)	ΔH (m)	H _m (m)	Rendimento (%)	Potência (cv)	
					Req.	Inst.
1	15	3,11	18,11	55,40	1,67	3,00
2	15	1,75	16,75	55,40	0,94	2,00
3	15	1,05	16,05	55,40	0,56	2,00

Fonte: Elaborado pelos autores

Para o cálculo dos custos de operações foi levantado os custos de energia elétrica ano a ano dentro do período de projeto, de acordo com a potência da bomba para cada um dos diâmetros adotados.

Após o cálculo dos custos de energia elétrica ano a ano foi utilizado a fórmula do valor presente para poder comparar qual das opções é mais economicamente viável. A taxa de juros foi obtida através do Banco Central, que foi no valor de 11,25% (a.a).

$$V_p = D_1 / (1+i)^1 + D_2 / (1+i)^2 + \dots + D_n / (1+i)^n \quad (15)$$

Em que:

V_p – Valor presente (R\$)

D_1 – Despesa no 1º ano após a obra (R\$)

D_2 – Despesa no 2º ano após a obra (R\$)

D_n – Despesa no ano N após a obra (R\$)

n – Número de anos do período de projeto

i – Taxa anual de juros (%/100)

A tabela 17 demonstra as alternativas de custos para operação, em termos energéticos referentes a linha de recalque.

Tabela 17: Alternativas de custos de operação da linha de recalque

Ano	Q _{méd} Afl. (L/s)	Tempo de func. (h/dia)	Opção 1		Opção 2		Opção 3	
			Custo energia (R\$)	Custo Valor Presente (R\$)	Custo energia (R\$)	Custo Valor Presente (R\$)	Custo energia (R\$)	Custo Valor Presente (R\$)
2017	10,53	11,58	2.902,75	2.902,75	1.750,62	1.750,62	1.344,77	1.344,77
2018	10,66	11,71	2.924,05	2.628,36	1.762,63	1.584,39	1.351,96	1.215,25
2019	10,78	11,85	2.945,36	2.379,79	1.774,64	1.433,87	1.359,16	1.098,17
2020	10,91	11,99	2.966,66	2.154,61	1.786,66	1.297,60	1.366,35	992,35
2021	11,03	12,13	2.987,97	1.950,63	1.798,67	1.174,22	1.373,55	896,69
2022	11,16	12,26	3.009,27	1.765,88	1.810,68	1.062,53	1.380,74	810,24
2023	11,28	12,40	3.030,58	1.598,55	1.822,69	961,42	1.387,94	732,10
2024	11,41	12,54	3.051,88	1.447,00	1.834,71	869,89	1.395,13	661,48
2025	11,53	12,68	3.073,18	1.309,75	1.846,72	787,05	1.402,33	597,65
2026	11,66	12,81	3.094,49	1.185,46	1.858,73	712,06	1.409,52	539,97
2027	11,78	12,95	3.115,79	1.072,92	1.870,74	644,19	1.416,71	487,85
2028	11,91	13,09	3.137,10	971,02	1.882,75	582,76	1.423,91	440,74
2029	12,03	13,23	3.158,40	878,75	1.894,77	527,18	1.431,10	398,17
2030	12,16	13,36	3.179,71	795,22	1.906,78	476,87	1.438,30	359,71
2031	12,28	13,50	3.201,01	719,59	1.918,79	431,35	1.445,49	324,95
2032	12,41	13,64	3.222,31	651,13	1.930,80	390,16	1.452,69	293,54
2033	12,53	13,78	3.243,62	589,16	1.942,82	352,88	1.459,88	265,17
2034	12,66	13,91	3.264,92	533,06	1.954,83	319,16	1.467,08	239,53
2035	12,78	14,05	3.286,23	482,28	1.966,84	288,65	1.474,27	216,36
2036	12,91	14,19	3.307,53	436,32	1.978,85	261,04	1.481,46	195,43
2037	13,03	14,33	3.328,84	394,72	1.990,86	236,07	1.488,66	176,52
Total	-	-	-	26.846,94	-	16.143,97	-	12.286,63

Fonte: Elaborado pelos autores

Após a obtenção dos valores presentes dos custos de operação foi realizada a análise do custo total das 3 opções para descobrir qual delas é a mais econômica.

Tabela 18: Alternativas de custos totais da linha de recalque

CUSTO TOTAL				
Opção	DE (mm)	Custos de Implantação (R\$)	Custos de Operação Valor Presente (R\$)	Custos Totais (R\$)
1	200	243.901,78	26.846,94	270.748,72
2	225	265.494,14	16.143,97	281.638,10
3	250	287.060,08	12.286,63	299.346,71

Fonte: Elaborado pelos autores

De acordo com a tabela 18 pode-se ver que a opção mais econômica é a de diâmetro de 200mm.

2.4.1.4 Perdas de carga

As perdas de carga localizadas foram calculadas com base no coeficiente “K” de cada peça por meio da seguinte expressão:

$$L = \frac{k_{total} \times v^2}{2 \times g} \quad (16)$$

Onde,

h_L = perda de carga localizada (m);

k_{total} = soma dos coeficientes de perda de carga de cada peça;

v = velocidade (m/s);

g = aceleração da gravidade (m/s²).

Para o cálculo da perda de carga do barrilete e da linha de recalque estão previstas as peças listadas na tabela 19 e 20 respectivamente.

Tabela 19: Peças em Ferro Fundido no barrilete de recalque

Peça	DN	DI	Quantidade	k _{parcial}	k _{total}
Ampliação gradual	200	192	1	0,30	0,30
Curva de 90°			2	0,40	0,80
Curva de 45°			1	0,20	0,20
Junção			1	0,40	0,40
Tê, passagem direta			1	0,60	0,60
Válvula de gaveta aberta			1	0,20	0,20
Válvula de retenção			1	2,50	2,50
				k _{total}	5,00

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 20: Peças em PEAD na linha de recalque

Peça	DN	DI	Qtde.	k _{parcial}	k _{total}
Curva de 90°	200	176,2	1	0,4	0,4
Junção			1	0,4	0,4
Saída de canalização			1	1	1
			k _{total}	1,8	

Fonte: Elaborado pelos autores

A tabela 21 descreve a velocidade de escoamento dentro do conduto, segundo a NBR 12208 (ABNT, 1992) deverá ser maior que 0,6m/s e menor que 3,0 m/s.

Tabela 21: Cálculo de velocidade de recalque nas tubulações

Tubulação	DN/DE*	DI	Vazão bomba (L/s)	Velocidade (m/s)
Barrilete	200	192	22,3	0,87
Linha de Recalque	200	176,2	22,3	1,04

Fonte: Elaborado pelos autores

* Para tubulação em PEAD a comercialização é dada pelo diâmetro externo – DE

Logo, a perda de carga localizada será:

Barrilete:

$$H_{LB} = 0,151\text{m}$$

Linha de recalque

$$H_{LR} = 0,077\text{m}$$

Portanto a perda de carga localizada total será:

$$H_{L\text{total}} = 0,151 + 0,077$$

$$H_{L\text{total}} = 0,228 \text{ m}$$

As perdas de carga distribuídas foram calculadas por meio da fórmula de Hazen-Williams:

$$J = 10,643 * Q_b^{1,85} * C^{-1,85} * D^{-4,87} \quad (17)$$

Foram adotados os seguintes coeficiente de Hazen-Willians (C):

Tubulação em FºFº = 120

Tubulação em PEAD = 140

Onde,

J = perda de carga unitária (m/m);

Q_b = Capacidade de recalque da bomba (m³/s);

C = coeficiente de Hazen-Willians;

D_i = diâmetro interno da tubulação (m)

Logo, a perda de carga unitária será:

Barrilete

$$J = 0,00412 \text{ m/m}$$

Linha de Recalque

$$J = 0,00471 \text{ m/m}$$

Para a perda de carga distribuída temos que:

$$H_c = J * L \quad (18)$$

H_c = perda de carga distribuída (m);

L = extensão da linha de recalque (m).

Logo, a perda de carga distribuída será:

Barrilete:

$$H_{CB} = 0,068 \text{ m}$$

Linha de recalque

$$H_{CR} = 3,109 \text{ m}$$

Portanto a perda de carga distribuída total será:

$$H_{C_{total}} = 0,068 + 3,109$$

$$H_{C_{total}} = 3,177 \text{ m}$$

Portanto a perda de carga total é:

$$H_t = H_{Ltotal} + H_{Ctotal}$$

$$H_t = 3,405 \text{ m}$$

2.4.1.5 Altura manométrica

Para o cálculo do desnível geométrico será necessário a determinação dos desníveis geométricos mínimo e máximo. Esses desníveis são calculados a partir dos níveis de água máximo e mínimo no poço de sucção e na câmara de descarga, foi adotado um nível de cota único para a câmara de descarga, que será a canal de aproximação da caixa de areia da ETE. Logo:

$$HG_{max} = (NA_{max} \text{ na câmara de descarga} - NA_{min} \text{ no poço de sucção}) \quad (19)$$

$$HG_{min} = (NA_{min} \text{ na câmara de descarga} - NA_{max} \text{ no poço de sucção}) \quad (20)$$

Onde o HG_{max} permite definir a máxima curva do sistema, que juntamente com característica da bomba permitem calcular o ponto de especificação do equipamento. Já o HG_{min} permite definir a mínima curva do sistema que na interseção com a curva característica da bomba permitem calcular o ponto de especificação do equipamento ou ponto de trabalho. (CRESPO, 2001).

Logo,

$$Hg_{min} = 40 - 25,2 = 14,8\text{m}$$

$$Hg_{max} = 40 - 24,6 = 15,4\text{m}$$

Então temos que a altura manométrica do sistema será:

$$H_{min} = Hg_{min} + H_t$$

$$H_{min} = 19,11\text{mca}$$

$$H_{max} = Hg_{max} + H_t$$

$$H_{max} = 19,71\text{mca}$$

2.4.1.6 Curva do sistema

As informações referentes a bomba escolhida estão descritas na tabela 22.

Tabela 22: Bomba referência

Tipo	Submersível
Modelo	NP 3153 MT3 Flygt
Rendimento (%)	55,4

Fonte: Elaborado pelos autores

A seguir são apresentados os resultados de perdas de carga e alturas manométricas máximas versus vazão e, na sequência, constam as curvas características do sistema elevatório e da bomba considerada para o projeto, respectivamente (Tabelas 23 e 24).

Tabela 23: Relação entre vazão e alturas manométrica máxima e mínima

Vazão (L/s)	Perda de Carga Localiz. (m)		Perda de Carga Distrib. (m)		AMT _{min.} (mca)	AMT _{máx.} (mca)
	Barrilete	Recalque	Barrilete	Recalque		
0	0,0000	0,0000	0,000	0,000	14,80	15,40
5	0,0076	0,0039	0,004	0,196	15,01	15,61
10	0,0304	0,0154	0,015	0,705	15,57	16,17
15	0,0684	0,0347	0,033	1,493	16,43	17,03
20	0,1216	0,0617	0,056	2,542	17,58	18,18
25	0,1900	0,0964	0,084	3,841	19,01	19,61
30	0,2736	0,1389	0,118	5,381	20,71	21,31

Fonte: Elaborado pelos autores

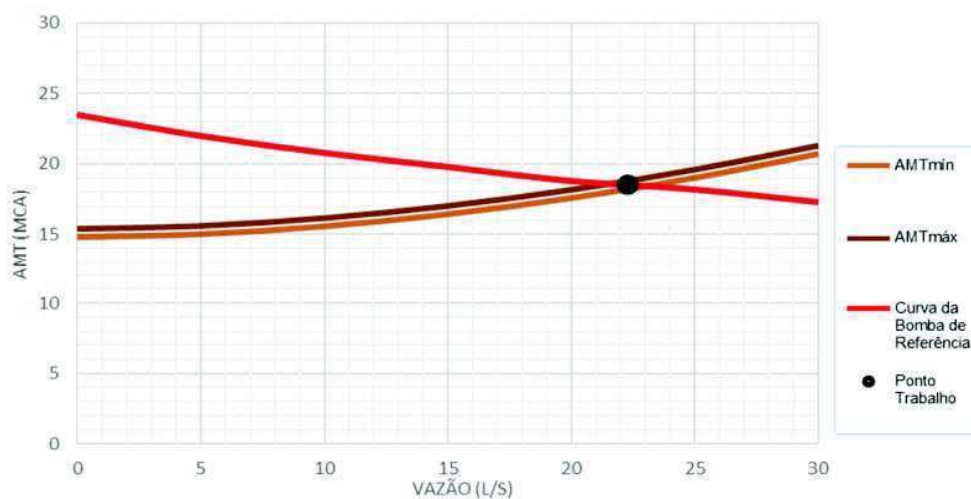
Tabela 24: Curva da bomba e Ponto de Trabalho de recalque

Curva da Bomba	
Vazão (L/s)	AMT (mca)
0	23,5
5	22,0
10	20,8
15	19,8
20	18,8
25	18,2
30	17,3
Ponto Trabalho	
Vazão (L/s):	22,3
AMT (mca):	18,5

Fonte: Elaborado pelos autores

A tabela 23 representa a evolução das perdas de cargas, localizadas, distribuídas e totais ao longo do aumento da vazão da bomba de recalque, já a tabela 24 mostra os pontos da curva da bomba e o ponto de trabalho, que foi identificado pela interseção entre a curva da bomba e a curva do sistema. A superposição da curvas da bomba e do sistema podem ser observadas através da figura 4.

Figura 4: Superposição da curva do sistema e da bomba.



Fonte: Elaborado pelos autores

2.4.1.7 Estimativa da potência

As potências dos motores devem ser fixadas em níveis que garantam o trabalho dos conjuntos, mesmo nas condições desfavoráveis, para isso será calculada a potência consumida pelo motor para operação da elevatória.

$$P = \frac{\gamma \cdot Q_t \cdot H_{man}}{75 \cdot \eta} \quad (21)$$

Onde:

P = Potência consumida (cv);

γ = peso específico esgoto (kgf/m³);

Q_t = vazão de recalque no ponto de trabalho (m³/s);

H_{man} = altura manométrica no ponto operacional (mca);

η = rendimento total da bomba no ponto trabalho (%).

Logo, tem-se que:

$$P = 9,9 \text{ cv}$$

Para o cálculo da potência instalada, considera-se um incremento de 10% ao valor da potência consumida e arredonda-se para a potência comercial de motores mais próxima. Portanto, a potência instalada para o funcionamento do conjunto elevatório será: $P_{inst} = 12 \text{ cv}$.

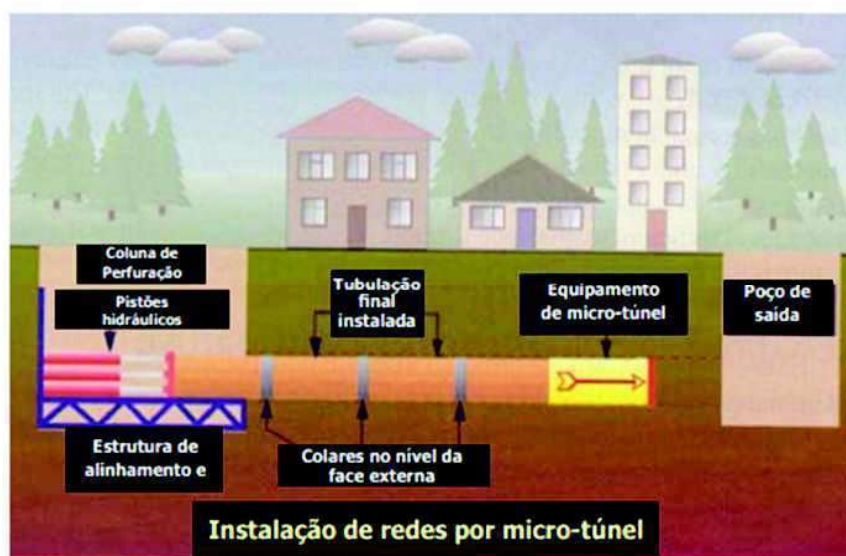
Para fazer o transporte dos esgotos da EEE para a ETE foi necessário fazer uma travessia sob a rodovia PE-005, para não haver interrupção por longos períodos, gerando transtornos à população e evitar escavação dos materiais que compõem o pavimento, será utilizado o Método Não Destrutivo (MND). O método é dividido em 3 formas;

- Perfuração por Percussão;
- Perfuração Direcional;
- Cravação de Tubos ou micro-túneis.

Para o presente projeto foi indicado o método de cravação de tubos, o seu lançamento é definido como um sistema de instalação direta de tubos posicionados atrás de uma máquina de escavação, que são empurrados por um sistema de pistões hidráulicos situados no poço de entrada, de modo a formar uma linha contínua sob o solo. Os tubos, que são projetados especialmente para suportar as forças de empuxo que ocorrem durante a instalação, formarão a

tubulação final quando a operação de escavação estiver completa, o processo descrito é ilustrado na figura 5.

Figura 5: Representação esquemática do Método Não Destrutivo - MND



Fonte: ABRATT (2016)

Os desenhos referentes a EEE, a linha de recalque e a travessia se encontram no Apêndice B.

2.5 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO

Para a escolha do sistema de tratamento de esgoto sanitário tem que se levar em consideração os critérios de qualidade para o efluente. Esses critérios dependem diretamente do corpo hídrico que vai receber o efluente tratado.

De acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA 430/2011) foram estabelecidos critérios sobre os corpos de água superficiais, as diretrizes ambientais para a sua classificação e as condições padrões de lançamento de efluentes.

Os corpos hídricos de água doce podem ser basicamente classificados nas seguintes classes:

- Classe Especial
- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

Para este projeto o corpo hídrico que irá receber o efluente do esgoto tratado será o Rio Capibaribe. Através do monitoramento do rio Capibaribe realizado pela Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos (CPRH) foi obtida a tabela 25.

Tabela 25: Monitoramento do rio Capibaribe

Corpo d'água	Município	Local	Qualidade	Risco Salinidade
Rio Capibaribe	São Lourenço da Mata	Na ponte à montante da Usina Tiúma, na captação da COMPESA.	Muito Poluída	Baixo
Rio Capibaribe	São Lourenço da Mata	Captação da Compesa, em Castelo.	Poluída	Baixo
Rio Capibaribe	São Lourenço da Mata	Antiga barragem, a jusante de São Lourenço da Mata.	Muito Poluída	Baixo

Fonte: CPRH, (2003)

A tabela 26 apresenta a classificação dos corpos hídricos segundo a CPRH (2003).

Tabela 26: Classificação de qualidade dos corpos de água

Classificação	Descrição
Não comprometida	Enquadram-se nessa categoria, os corpos de água que apresentem condições de qualidade de água compatíveis com os limites estabelecidos, no decreto estadual Nº 7.269/81, para classe 1
Pouco comprometida	Enquadram-se nessa categoria, os corpos de água que apresentem condições de qualidade de água compatíveis com os limites estabelecidos, no decreto estadual Nº 7.269/81, para classe 2
Moderadamente comprometida	Enquadram-se nessa categoria, os corpos de água que apresentem condições de qualidade de água compatíveis com os limites estabelecidos, no decreto estadual Nº 7.269/81, para classe 3
Poluída	Enquadram-se nessa categoria, os corpos de água que apresentem condições de qualidade de água compatíveis com os limites estabelecidos, no decreto estadual Nº 7.269/81, para classe 4
Muito poluída	Enquadram-se nessa categoria, os corpos de água que apresentem condições de qualidade de água não compatíveis com os limites estabelecidos, no decreto estadual Nº 7.269/81

Fonte: CPRH (2003)

Com base no monitoramento mostrado na tabela 25 e na classificação da tabela 26, tem-se que a classificação do rio Capibaribe é de classe 4.

De acordo com a resolução Nº 430 (CONAMA, 2011) as condições e padrões de lançamentos de efluentes de sistemas de tratamentos de esgotos sanitários são:

- pH entre 5-9;
- Temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;
- Materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
- Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO 5 dias, 20°C: máximo de 120 mg/L;
- Substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas) até 100 mg/L;
- Ausência de materiais flutuantes;

A condição de lançamento de efluente de esgoto doméstica para coliformes totais segundo o CONAMA (2011) está apresentado na tabela 27.

Tabela 27: Padrões para coliformes nos corpos de água

Parâmetro	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Coliformes Totais (ufc/100ml)	1,00E+03	5,00E+03	2,00E+04	-

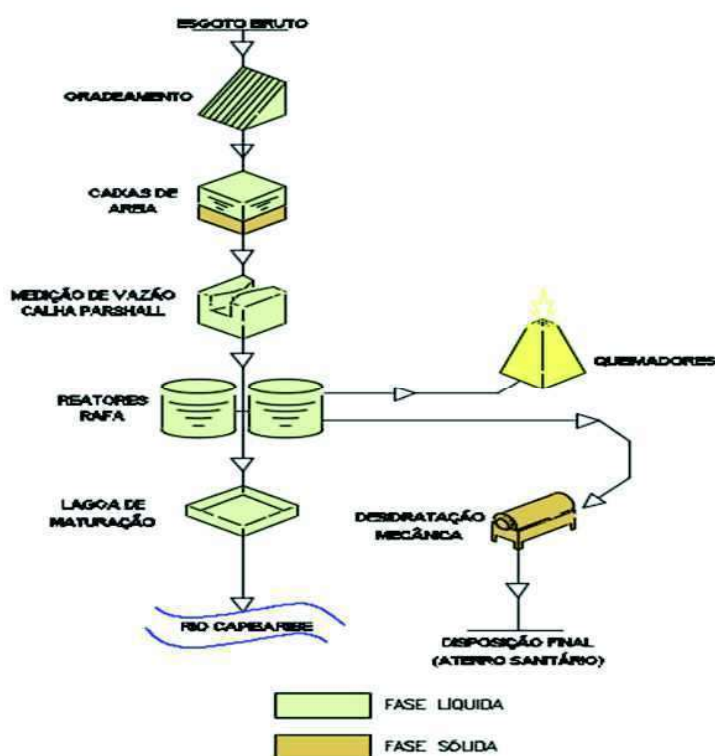
Fonte: CONAMA (2011)

Para o dimensionamento ETE-Capibaribe foi seguida as especificações da norma NBR 12209 (ABNT, 2011), o cálculo será feito utilizando o “*software*” EXCEL. Para o sistema de tratamento de esgoto doméstico foram executadas as seguintes etapas:

- Tratamento preliminar – Gradeamento e caixa de areia de retenção por gravidade.
- Tratamento secundário – Sistema com reator RAFA + lagoa de estabilização.

O resumo das etapas pode ser visualizado na figura 6.

Figura 6: Fluxograma de tratamento do esgoto sanitário.



Fonte: Elaborado pelos autores

2.5.1 Tratamento preliminar

O tratamento preliminar visa remoção de sólidos grosseiros de tal maneira que permita o funcionamento das partes seguintes que compõem a estação de tratamento. Dependendo do tipo de tratamento adotado os componentes do tratamento preliminar podem variar.

A dispensa de decantador primário e de peneira estática geralmente é admitida em sistemas de lagoas de estabilização.

2.5.1.1 Gradeamento

O gradeamento tem como objetivo aumentar a vida útil dos dispositivos que transportam e tratam os esgotos, preservação dos corpos receptores e remoção da carga poluidora para o melhor desempenho das unidades subsequentes de tratamento.

O sistema de gradeamento é constituído por dispositivos de retenção e remoção:

- Retenção: barras de ferro ou aço, posicionadas de forma paralela, vertical ou inclinada.
- Remoção: rastelo mecanizado (por temporizador ou flutuadores) ou ancinho manual.

As grades podem ser classificadas de acordo com o seu espaçamento como mostra a tabela 28.

Tabela 28: Classificação das grades

Gradeamento	Espaçamento entre as barras
Grossoiro	31 a 50 mm
Médio	21 a 30 mm
Fino	10 a 20 mm

Fonte: Jordão e Pessoa (2005)

Para este projeto foi definido o espaçamento entre as barras de 19mm. Com o espaçamento escolhido e o método de remoção manual definidos pode-se analisar o critério de inclinação da grade. Para grades médias ou finas onde será feita limpeza manual deve-se adotar uma inclinação de 45° a 60° com a horizontal, foi escolhido à inclinação de 60°, o resumo das informações se encontram na tabela 29.

Para o dimensionamento do canal da grade foi adotado que a grade possui uma espessura de 9,5mm. A primeira etapa para o dimensionamento foi calcular a eficiência da grade.

$$E = a / (a + t) \quad (22)$$

Em que:

E – Eficiência da grade

a – Espaçamento entre as grades (m)

t – Espessura das barras (m)

Tabela 29: Parâmetros de dimensionamento da grade retentora de detritos

Gradeamento			
a (mm)	Inclinação	t (mm)	Efic. (%)
19	60°	9,5	66,67

Fonte: Elaborado pelos autores

Segundo a NBR 12209 (ABNT,2011) é recomendada que a velocidade máxima do esgoto através da grade seja igual ou inferior a 1,2 m/s, e admite-se a obstrução de até 50% da lâmina do esgoto no canal da grade. Inicialmente foi definida uma velocidade de aproximação de 0,6 m/s. Com isso é possível calcular a área útil, assim como, a seção do canal junto à grade:

$$A_u = Q_b / v \quad (23)$$

$$S = A_u / E \quad (24)$$

Em que:

A_u – Área útil (m²)

S – Seção do canal junto à grade

Q_b – Capacidade de recalque da bomba (m³/s)

v – Velocidade de passagem (m/s)

Foi obtido o valor para a área útil de 0,042 m² e para seção do canal junto a grade de 0,063 m². Com a área útil e a área da seção junto a grade é possível determinar as dimensões do canal, as dimensões do canal da grade se encontra na tabela 30.

Tabela 30: Dimensões do canal da grade

B (m)	Lâmina (m)	H (m)
0,2	0,25	0,35

Fonte: Elaborado pelos autores

Após a definição das dimensões do canal foi recalculado a área útil, área de seção junta a grade e a velocidade de aproximação, essas informações podem ser encontradas na tabela 31.

Para o cálculo da perda de carga foi utilizado à fórmula de Kirshmer:

$$H_f = \beta * (t / a)^{4/3} * \text{sen } \Theta * (v^2 / 2g) \quad (25)$$

Em que:

H_f – Perda de carga (m)

β – Fator de dependência da seção das barras

g – Aceleração da gravidade (m/s²)

Θ – Ângulo da grade com a horizontal

O número de espaçamento e barras na grade foram calculadas através da seguinte fórmula:

$$N_E = B / a \quad (26)$$

$$N_B = N_E + 1 \quad (27)$$

Em que:

N_E – número de espaços da grade

N_B – Número de barras da grade

B – Largura da grade

a – Espaçamento entre as barras

Tabela 31: Dimensionamento da grade retentora de detritos

Dimensionamento da grade					
A_U (m ²)	S (m ²)	V (m/s)	H_f (m)	N_E	N_B
0,05	0,07	0,51	0,01	11	12

Fonte: Elaborado pelos autores

2.5.1.2 Caixa de areia

A caixa de areia tem a função de remover sólidos que são facilmente decantáveis. A remoção desses sólidos tem como objetivo evitar o assoreamento dos mananciais, aumentar vida útil dos equipamentos a jusante da etapa preliminar e evitar a colmatção das unidades da ETE.

A retenção por gravidade remove partículas através da sedimentação da areia. Normalmente quando se trata de esgoto doméstico, tem-se como objetivo a remoção de partículas com diâmetro mínimo de 0,2mm. O desarenador deve ser projetado para a remoção mínima de 95% em massa das partículas com diâmetro igual ou superior a 0,2mm.

Nas caixas de areia convencionais retangulares por gravidade projeta-se a velocidade do fluxo horizontal de escoamento em torno de 0,3 m/s. Deve-se obedecer 2 critérios em relação a velocidade horizontal:

- A velocidade horizontal tem que ser menor que 3,0 m/s para que não ocorra o arraste das partículas que se deseja remover.
- A velocidade horizontal deve ser maior que 0,15 m/s para evitar a sedimentação de matéria orgânica, originando maus odores.

Para a remoção manual deverá ocorrer a paralização da unidade de retenção, para que o líquido seja drenado e a areia seja removida com facilidade, devido a isto foi prevista a instalação de 2 unidades, sendo uma delas reserva.

Para o dimensionamento da caixa de areia é necessário ter a velocidade de sedimentação das partículas com diâmetro de 0,2mm, de acordo com a NBR 12213 (ABNT, 1992) a velocidade de sedimentação é menor ou igual a 0,021 m/s. Para esse projeto foi adotado a velocidade de sedimentação de 0,02 m/s.

Com a velocidade de sedimentação definida e com a altura da lâmina de esgoto é possível calcular o tempo de sedimentação das partículas com diâmetros iguais ou superiores a 0,2mm, apresentado na tabela 32.

$$T = H / V_s \quad (28)$$

Em que:

T – Tempo de sedimentação (s)

H – Lâmina de esgoto (m)

V_s – Velocidade de sedimentação (m/s)

Com o tempo de sedimentação e a velocidade horizontal foi calculado o comprimento da caixa de areia.

$$L = V_H * T \quad (29)$$

L – Comprimento da caixa de areia (m)

V_H – Velocidade horizontal (m/s)

Tabela 32: Dimensionamento da caixa de areia

H (m)	B (m)	V_H (m/s)	V_S (m/s)	T (s)	L (m)
0,20	0,20	0,51	0,02	10	5,10

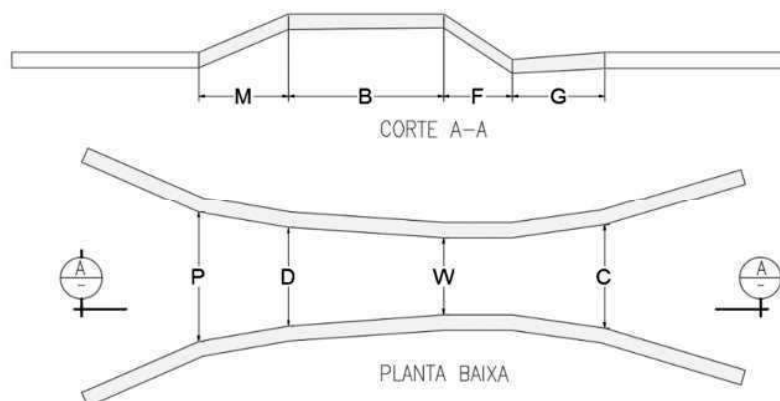
Fonte: Elaborado pelos autores

A areia removida vai ser recolhida em caçambas, que são encaminhadas para disposição final em aterro sanitário.

2.5.2 Calha Parshall

A calha Parshall é um trecho curto de canal com geometria de fundo e paredes que aceleram a velocidade da água e cria uma passagem por escoamento crítico. A medição de nível é feita a montante da passagem pelo regime crítico que pode ser relacionada com a vazão. A vazão é determinada pela leitura da elevação do nível d'água. A calha Parshall pode ser dimensionada com diferentes tamanhos, fazendo com que permita a medição de várias faixas de vazão conforme na tabela 33 e figura 7.

Figura 7: Representação da calha Parshall



Fonte: CETESB (1986)

De acordo com a tabela 33 temos que a calha Parshall que melhor se encaixa nesse projeto é a que possui o W de 7,6cm, devido que a vazão de projeto está dentro do intervalo de 0,8 a 53,8 L/s.

Tabela 33: Parâmetros de dimensionamento da calha Parshall

Ln	W	A	B	C	D	F	G	M	P	Qmin	Qmáx
7	7,6	46,7	45,7	17,8	25,9	15,2	30,5	30,5	76,8	0,8	53,8
15	15,2	62,1	61	39,4	39,7	30,5	61	30,5	90,2	1,4	110,4
22	22,9	88	86,4	38,1	57,5	30,5	45,7	30,5	108	2,5	252
30	30,5	137,2	134,3	61	84,5	61	91,4	38,1	149,2	3,1	455,9
45	45,7	144,8	134,3	76,2	102,6	61	91,4	38,1	167,6	4,2	696,6
60	61	152,4	149,5	91,4	149,9	61	91,4	38,1	185,4	11,9	937,3
90	91,5	167,6	164,5	121,9	157,2	61	91,4	38,1	222,3	17,3	1427,2
120	121,9	182,9	179,4	152,4	193,7	61	91,4	45,7	271,1	36,8	1922,7
150	152,4	198,1	194,3	182,9	230,2	61	91,4	45,7	308	45,3	2423,9
180	182,9	213,4	209,2	213,4	266,7	61	91,4	45,7	344,2	73,6	2930,8
210	213,4	228,6	224,2	243,8	303,2	61	91,4	45,7	381	85	3437,7
240	243,8	243,8	239,1	274,3	339,7	61	91,4	45,7	417,2	99,1	3950,2

Fonte: CETESB (1986)

2.5.3 Tratamento secundário

A evolução recente do tratamento anaeróbio de esgotos sanitários conduziu a aplicação de Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente (RAFA) para o tratamento de efluentes domésticos no Brasil e nos países em desenvolvimento. Essa técnica, que vem se desenvolvendo ao longo dos anos, apresenta vantagens consideráveis quando se trata de esgotos domésticos e quando aplicado em locais de clima quente, como é o caso de vários municípios brasileiros. A tabela 34 indica as principais vantagens e desvantagens do sistema anaeróbio de tratamento.

Tabela 34: Principais vantagens e desvantagens do tratamento anaeróbio

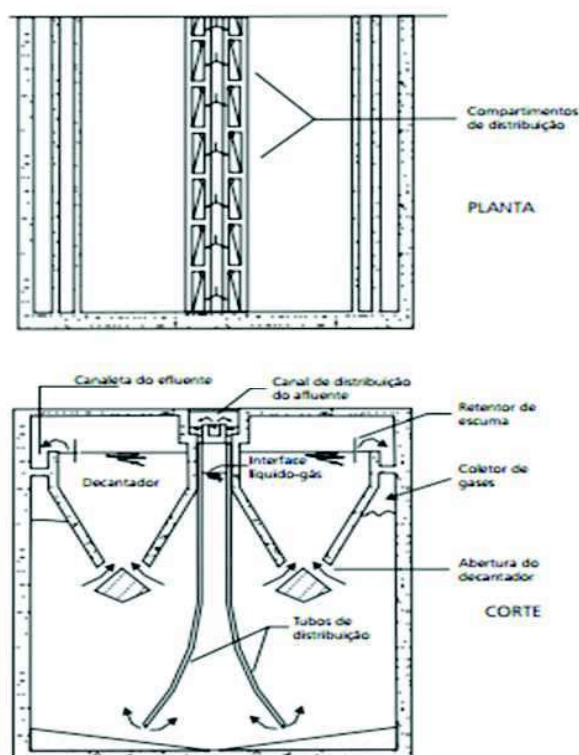
Vantagens	Desvantagens
Satisfatória eficiência de remoção de DBO/DQO, da ordem de 65-75%	Baixa capacidade do sistema em tolerar cargas tóxicas
Baixo consumo de energia (apenas para elevatória de chegada, quando for o caso)	Elevado intervalo de tempo necessário para a partida do sistema
Elevada concentração do lodo excedente	Necessidade de uma etapa pós-tratamento
Boa desidratabilidade do lodo	Possibilidade de emanção de maus odores
Sistema compacto, com baixa demanda de área	
Baixo custo de implantação e de operação	
Baixa produção de lodo	

Fonte: Adaptado pelos autores – Chernicharo (1997)

2.5.3.1 Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente - RAFA

Dentre os principais sistemas de reatores se encontra o RAFA, cujo seu funcionamento é dado pela entrada de efluentes através de tubos alimentadores, alimentados pelos compartimentos de distribuição, até o fundo do reator, após sua entrada, o esgoto atravessará a manta de lodo com fluxo ascendente, esse caminhar, desenvolvido no sentido ascendente, deve seguir com uma velocidade adequada para devida sedimentação dos sólidos e flocos. Neste percurso, uma parte da matéria orgânica fica retida na zona de lodo, dando início ao processo de digestão anaeróbia. A parte que passa pela manta (líquida + gasosa + pequena parcela sólida) entrará em contato com um defletor de gases ou separador trifásico, que conduzirá os gases produzidos a uma câmara de acumulação superior, onde será coletado e caso necessário, será reaproveitado. A parte remanescente seguirá com seu fluxo ascendente até encontrar câmara de sedimentação, onde o lodo mais pesado retornará as camadas inferiores do reator enquanto as partículas mais leves são transbordadas juntamente com o efluente final para as canaletas coletoras. A figura 8 ilustra o processo.

Figura 8: Representação esquemática de um RAFA retangular



Fonte: Chernicharo (1997)

A figura 9 mostra a estrutura interna de um RAFA em fase de ativação, na imagem nota-se que existem para esse reator, existem 3 separadores trifásicos na mesma câmara.

Figura 9: Estrutura interna de uma RAFA



Fonte: Senha Engenharia e Urbanismo SS

Para o dimensionamento do RAFA (conforme na tabela 35), foi estipulado um tempo de detenção hidráulica (TDH) de 6hrs (PESSÔA; JORDÃO, 2005). Com o TDH foi possível calcular o volume do RAFA:

$$V = Q_b * TDH \quad (30)$$

Em que:

V – Volume do RAFA (m³)

Q_b – Capacidade de recalque da bomba (m³/h)

TDH – Tempo de detenção hidráulica (h)

Após o cálculo do volume foi definido a profundidade do reator RAFA, que costuma variar entre 4,50 a 5,50m. A profundidade possui um relacionamento direto com o volume, a área e a velocidade ascensional, a profundidade adotada foi de 5,5m. Com isso foi calculada a área do reator:

$$A = V / H \quad (31)$$

Em que:

A – Área do reator

H – Altura do reator

Tabela 35: Dimensões do RAFA

V (m³)	A (m²)	B (m)	L (m)
481,68	87,58	3,5	25,02

Fonte: Elaborado pelos autores

Na etapa seguinte foi calculado o sistema de distribuição do esgoto afluyente, no qual o esgoto afluirá a uma caixa de distribuição no topo do reator, de forma que partem tubos de distribuições até uma distância de 0,15m do fundo do tanque. Para isso foram utilizados tubos de PVC com diâmetros de 75mm, com área de influência de 2,4m² para cada tubo.

$$n = A / A_{inf} \quad (32)$$

Em que:

n – Número de tubos

A – Área do reator (m²)

A_{inf} – Área de influência do tubo (m²/tubo)

Com isso se foi verificado a velocidade de escoamento:

$$V_{desc.} = Q / (n \cdot S) \quad (33)$$

Em que:

V_{desc} – Velocidade de escoamento descendente (m/s)

Q – Vazão de projeto (m³/s)

S – Área da seção do tubo (m²)

Para o sistema de digestão do lodo se verifica a velocidade ascensional do lodo na câmara de digestão.

$$V_{asc} = Q / A \quad (34)$$

Em que:

V_{asc} – Velocidade ascensional do lodo (m/h)

Q – Vazão máxima de projeto (m³/h)

A – Área do reator

O resultado dos cálculos do número de tubulações e das velocidades pode ser encontrado na tabela 36.

Tabela 36: Dimensionamento dos parâmetros do RAFA

n	V_{desc} (m/s)	V_{asc} (m/s)
38	0,13	0,92

Fonte: Elaborado pelos autores

Para o sistema de decantação foi utilizado apenas um compartimento de decantação com um comprimento de 28,4m e uma largura de 3m, e admitindo uma largura de 0,25m para o coletor de gás nas laterais.

A massa e o volume de lodo gerado por dia estão mostrados na tabela 37. Esses parâmetros foram calculados admitindo-se uma produção de 0,18 kg SST / kg DQO afluente, o teor de sólidos de 4% e uma densidade de 1020 Kg/m³ (PESSÔA; JORDÃO, 2005).

$$M = 0,18 * DQO_{\text{aflu}} * Q_b \quad (35)$$

$$V = M / (d * i) \quad (36)$$

Em que:

M – Massa de lodo (Kg/d)

DQO_{aflu} – DQO do afluente (Kg/m³)

Q_b – Capacidade de recalque da bomba (m³/d)

d – Densidade do lodo (Kg/m³)

i – Teor de sólidos

Tabela 37: Produção diária de lodo

M (Kg/d)	V (m³/d)
138,72	3,40

Fonte: Elaborado pelos autores

O lodo retirado como excesso está em geral bem estabilizado, podendo ser enviado diretamente para desidratação, apresentando normalmente boas características de secagem, tendo como destinação final aterro sanitário.

Segundo Jordão e Pessoa (2005) a concentração de DBO para esgotos domésticos costuma variar de 100 a 400mg/L e o índice de eficiência de remoção da DBO do RAFA de 50 a 85%. Por falta de estudos mais aprofundados, para este projeto foi adotado a concentração de

DBO do esgoto afluente de 400mg/L e o índice de eficiência de 80%. A DBO do efluente do esgoto tratado foi calculada da seguinte maneira:

$$DBO_{ef} = DBO_{af} * (1 - E/100) \quad (37)$$

Em que:

DBO_{ef} – DBO efluente do esgoto (mg/L)

DBO_{af} – DBO afluente do esgoto (mg/L)

E – Eficiência do RAFA (%)

A tabela 38 mostra os parâmetros de cálculo e o valor da DBO de efluente do esgoto

Tabela 38: Remoção de DBO do RAFA

DBO_{af} (mg/L)	DBO_{ef} (mg/L)	E (%)
400	80	80

Fonte: Elaborado pelos autores

Segundo Jordão e Pêsoa (2005) o gás produzido no RAFA tem como componente principal o metano que pode representar algo em torno de 50 a 70%, o gás produzido será coletado e realizado a queima do mesmo.

2.5.3.2 Lagoa de estabilização

A lagoa de estabilização é constituída na forma mais simples para o tratamento dos esgotos sanitários. Há vários tipos de lagoas de estabilização com diferentes níveis de simplicidade operacional e requisitos de área, nas quais são:

- Lagoa facultativa
- Lagoa de decantação
- Lagoa de maturação

De modo geral, as lagoas de estabilização são bastante indicadas no Brasil, de acordo com os seguintes aspectos:

- Clima favorável
- Operação simples
- Necessidade de pouco ou nenhum equipamento

Para este projeto foi utilizado a lagoa de maturação, cujo o principal objetivo é a remoção de agentes patógenos. É importante salientar que o corpo hídrico receptor possui classificação 4, ou seja, classe de água poluída, a ponto de tornar-se dispensável o tratamento que será realizado, porém o pós tratamento foi dimensionado com objetivo de máxima preservação do rio Capibaribe, tentando-se evitar sua desqualificação para o grau muito poluído. O tempo de detenção hidráulica é o principal parâmetro de projeto de lagoas que tem como objetivo a remoção de coliformes, o tempo de detenção adotado será 16 dias.

O dimensionamento do volume da lagoa de maturação é calculado em função da vazão e do tempo de detenção hidráulica. O resumo das dimensões da lagoa é encontrado na tabela 39.

$$V = Q_b * TDH \quad (38)$$

Em que:

V – Volume da lagoa (m³)

Q_b – Capacidade de recalque da bomba (m³/d)

TDH – Tempo de detenção hidráulica (d)

Tabela 39: Dimensões da lagoa de maturação

V (m ³)	B (m)	L (m)
30827,52	143,36	143,36

Fonte: Elaborado pelos autores

Com relação a profundidade, as lagoas de maturação são usualmente projetadas para serem rasas, com a finalidade de maximizar a fotossíntese e os efeitos bactericidas da luz solar. Geralmente são adotados valores entre 0,8 a 1,5m de profundidade, para esta lagoa foi determinado um valor de 1m de profundidade.

O coeficiente de decaimento dos coliformes (K_b) possui uma grande influência na estimativa da concentração de efluente de coliformes. A profundidade da lagoa tem direta relação com a determinação do K_b, de modo que lagoas mais rasas possuem maiores valores de coeficiente de decaimento bacteriano. A tabela 40 mostra o K_b nas temperaturas de 20 e 25°C.

$$K_{b,20} = 0,917 * H - 0,877 * TDH - 0,329 \quad (39)$$

Em que:

K_{b,20} – Coeficiente de decaimento bacteriano em 20°C

H – Profundidade (m)

TDH – Tempo de detenção hidráulica (d)

$$K_{b,T} = K_{b,20} * 1,07^{(T-20)} \quad (40)$$

Em que:

$K_{b,T}$ – Coeficiente de decaimento bacteriano em T

T – Temperatura (°C)

Tabela 40: Coeficiente de decaimento bacteriano

K_{b,20}	K_{b,25}
0,37	0,52

Fonte: Elaborado pelos autores

Segundo Von Sperling (1996) a produção “*per capita*” de coliformes é de $4*10^{10}$ cf/hab.d. Desta maneira será calculado a concentração de coliformes no esgoto:

$$N_o = 4*10^{10} * \text{Pop} / Q_b \quad (41)$$

Em que:

N_o – Concentração de coliformes (cf/m³)

Pop – População

Q_b – Capacidade de recalque da bomba (m³/d)

Com o coeficiente de decaimento bacteriano adequado pode-se calcular a concentração de coliformes no efluente da lagoa e a sua eficiência:

$$N = N_o * e^{-K_{b,t} * TDH} \quad (42)$$

$$E = 100 * (N_o - N) / N_o \quad (43)$$

Em que:

N – Concentração de coliformes no efluente (cf/m³)

N_o – Concentração de coliformes no afluente (cf/m³)

TDH – Tempo de detenção hidráulica (d)

E – Eficiência da lagoa de maturação (%)

A tabela 41 mostra a concentração de coliformes no afluente e efluente do esgoto e a eficiência da lagoa de maturação.

Tabela 41: Índice de eficiência de remoção dos agentes patógenos

No (ufc/100ml)	N (ufc/100ml)	E (%)
1,643E+07	4,23E+03	99,97

Fonte: Elaborado pelos autores

3 ESTIMATIVA DE CUSTO

O presente estudo terá como objetivo apresentar uma estimativa de custo de instalação para os sistemas projetados:

- Rede coletora;
- EEE;
- ETE.

Para isso será utilizado como base de dados a planilha de custos da COMPESA, tabelas do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), orçamentos propostos de empresas privadas atuantes no mercado e referência de autores.

As estimativas de custos de materiais da rede coletora e da EEE se encontram no Apêndice C.

Segundo Jordão e Pessoa (2005) a estimativa de preço para a implantação de uma estação de tratamento com sistema de RAFA com pós-tratamento é mostrado na tabela 42.

Tabela 42: Custo de implantação de sistemas com RAFA + pós-tratamento

Unidade	UF	População (hab)	Vazão (L/s)	Custo de Implantação (R\$)	Custo de Implant./Hab. (R\$/hab.)
ETE Paranoá	DF	60.000	112,00	2.427.900,61	40,47
ETE Alagado	DF	84.853	154,00	3.639.959,54	42,90
ETE São Sebastião	DF	77.700	226,00	5.899.843,38	75,93
ETE Cambará	PR	23.479	85,00	2.268.239,13	96,61
ETE Congoinhas / Ponta Grossa	PR	33.161	54,30	2.184.327,09	65,87
ETE Arapoti	PR	5.000	10,00	452.324,41	90,46
ETE Recanto das Emas	DF	125.500	320,00	6.433.184,59	51,26
ETE Vale do Amanhecer	DF	15.000	35,00	1.174.378,99	78,29
ETE Cara Cara / Ponta Grossa	PR	24.534	38,20	1.509.602,24	61,53
ETE Gertrudes / Ponta Grossa	PR	17.913	34,40	1.592.525,11	88,90
ETE Leste / Cascavel	PR	81.240	125,33	3.789.318,79	46,64
ETE Caçadores / Cambé	PR	41.811	107,30	2.765.145,76	66,13
ETE Almada Montante	PR	47.585	61,13	1.920.517,51	40,36

Unidade	UF	População (hab)	Vazão (L/s)	Custo de Implantação (R\$)	Custo de Implant./Hab. (R\$/hab.)
ETE I8 / Toledo	PR	11.987	22,88	537.446,47	44,84
ETE Antas / Andira	PR	9.072	29,66	643.425,00	70,92
ETE Senges	PR	18.191	26,90	528.362,15	29,05
ETE Almada Jus. F. do Iguaçu	PR	70.622	95,17	1.890.332,46	26,77
ETE Andirá	PR	13.466	37,21	900.795,00	66,89

Fonte: Jordão e Pessoa (2005)

A tabela 43 possui os custos de implantação em relação ao ano de 2005, com isso utilizamos o método do valor presente, utilizando a mesma taxa de juros anual do estudo do diâmetro econômico. Foi utilizado o valor do custo de implantação da ETE I8 / Toledo, por apresentar uma vazão próxima à vazão de projeto. Adotando o custo de implantação de 537.446,47 para o ano de 2005, a tabela 38 mostra a estimativa de custo de implantação da ETE – Capibaribe.

Tabela 43: Custo de implantação da ETE - Capibaribe

Unidade	UF	População (hab.)	Vazão (L/s)	Custo de Implantação (R\$)	Custo de Implant./Hab. (R\$/hab.)
ETE Capibaribe	PE	7.916	22,30	1.931.681,19	244,02

Fonte: Elaborado pelos autores

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A rede coletora dimensionada obteve resultados satisfatórios do ponto de vista de alcance da população, apenas uma pequena região localizada no bairro Chã da Tábua, caracterizada como área crítica, não foi possível realizar o atendimento devido a necessidade de excessivo aprofundamento da rede de coleta, uma possível solução para a região é a implantação do sistema de coleta condominial, fazendo-se a ligação em um único ponto da rede convencional de cota topográfica mais favorável.

A estação elevatória de esgoto aponta ter resultados convincentes da ótica técnica operacional, pois o ponto de trabalho da bomba chega a ser imediatamente superior a vazão máxima de final de plano, além de se obter um alto rendimento do conjunto moto-bomba. A extinção de fenômenos prejudiciais como: a presença de vórtices, as áreas de zonas mortas, a dificuldade de retirada das bombas hidráulicas e do cesto coletor de detritos. Todos esses fatores favoreceram diretamente para o bom desempenho do sistema de recalque.

A qualidade do tratamento do esgoto sanitário indica ser satisfatória, pois, promove a remoção dos parâmetros analisados de maneira eficiente, de forma que o efluente do esgoto tratado pode ser lançado no rio Capibaribe com uma qualidade compatível com a legislação.

O sistema de esgotamento sanitário, além de obra de infraestrutura é um bem de caráter social, ecológico e de saúde pública. Através da implantação de sistemas de esgotamento sanitário, existirá reduções nos índices de mortalidade infantil, haverá expansão do turismo na região, ocorrerá a valorização da área saneada, assim como a redução da poluição dos rios e preservação dos recursos hídricos disponíveis. O esgoto tratado tem possibilidades de ser reaproveitado através da captação da água bruta dos sistemas de abastecimento de água, portanto é de fundamental importância o seu devido tratamento para lançamento nos mares, rios e/ou lagos. Além de preservar a vida aquática, pode manter a atividade de pessoas que tiram seu sustento do meio em questão. Outro ponto em xeque é a possibilidade de oferecer dignidade as pessoas que são desprovidas de saneamento básico.

Pode-se concluir que os custos para a instalação do sistema de coleta, transporte e tratamento de esgoto sanitário são de fato elevados, mas satisfatório, devido a todos os benefícios que o sistema retribui. Sendo também financeiramente viável pois, sabe-se que para cada real empregado em saneamento básico, são economizados 4 reais em gastos com saúde pública.

REFERÊNCIAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9648**: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário, 1986, 5 p.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9649**: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário, 1986, 7 p.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12208**: Projeto de estações elevatórias de esgoto, 1992, 5 p.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12209**: Elaboração de Projetos hidráulicos – sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários, 2011, 53 p.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14486**: Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário- Projeto de redes coletoras com tubos de PVC, 2000, 19 p.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15561**: Tubulação de polietileno PE 80 e PE 100 para transporte de água e esgoto sob pressão - Requisitos, 2016, 37 p.
- ABRATT – Associação Brasileira de Tecnologia Não Destrutiva. Diretrizes dos métodos não destrutivos, 2016, 107 p.
- CETESB. **Norma técnica – E2. 150**. São Paulo, 1986, 29 p.
- CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores anaeróbios**, SEGRAC, Belo Horizonte, 1997, 246 p.
- CIRILO, J. A. (Org.). **Hidráulica aplicada**. Coleção ABRH, 8. Porto Alegre, 2011.
- COMPESA- Companhia Pernambucana de Saneamento. **Abastecimento em São Lourenço da Mata será ampliado**. Disponível em: <<http://servicos.compesa.com.br/abastecimento-em-sao-lourenco-da-mata-sera-ampliado/>>. Acesso em: jun. 2017.
- COMPESA- Companhia Pernambucana de Saneamento. **Norma Interna SOP – 092**, 2004, 60 p.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 430**, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho. 2011.
- CPRH- Agência Estadual de Meio Ambiente. **Diagnóstico Socioambiental do Litoral Norte de Pernambuco**. Recife, 2003, 214 p. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/central_servicos/centro_documentacao_informacao_ambiental/central_downloads/39749;34001;020709;0;0.asp>. Acesso em: jul. 2017
- CRESPO, P. G. Elevatórias nos sistemas de esgotos. Editora UFMG, 2001, 290 p.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 1970. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo.html?view=detalhes&id=769>>. Acesso em: jun. 2017.
- _____. Censo Demográfico 1980. Disponível em: <<http://www.biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=771>>. Acesso em: jun. 2017.
- _____. Censo Demográfico 1991. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censodem/default.shtm>>. Acesso em: jun. 2017.
- _____. Censo Demográfico 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default_censo_2000.shtm>. Acesso em: jun. 2017.

-
- _____. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>>. Acesso em: jun. 2017.
- JORDÃO, E. P.; PÊSSOA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 4.ed. Rio de Janeiro, 2005.
- OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Investing in water and sanitation: increasing access, reducing inequalities**, 2014.
- SNIS – Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento – **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**, 2015, 212 p.
- SNIS – Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento – **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**, 2013, 181 p.
- SOBRINHO, P.; TSUTIYA, M. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 3.ed. Fundo editorial, 2011.
- VON SPERLING, M. **Lagoas de estabilização**. Belo Horizonte, 1996. 140 p.
- METCALF e EDDY. **Wastewater engineering: collection and pumping of wastewater**. 1981, 432 p.

APÊNDICE A – Memorial de dimensionamento e Projetos da rede da sub-bacia A.

Trecho	Ext. (m)	Q do trecho (L/s)		Q mont. (L/s)		Q jus. (L/s)		DN (mm)	I trecho (m/m)	Cota do terreno (m)		Cota do fundo (m)		Prof. do coletor (m)		V / √I (m/s)		Q / √I (m³/s)		Lamina líquida (Y/D)		β		Rh (m)		Velocidade (m/s)		σ (MPa)	Vc (m/s)
-	-	inicial	final	inicial	final	inicial	final	-	-	mont.	jus.	mont.	jus.	mont.	jus.	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	-	-
1-1	22,27	0,023	0,033	0,000	0,000	0,023	0,033	150	0,033	89,00	88,43	87,95	87,22	1,05	1,21	4,602	4,602	0,0083	0,0083	0,16	0,16	0,0976	0,0976	0,0146	0,0146	0,83	0,83	4,77	2,27
1-2	32,38	0,033	0,049	0,023	0,033	0,056	0,082	150	0,053	88,43	86,55	87,22	85,50	1,21	1,05	4,281	4,281	0,0065	0,0065	0,14	0,14	0,0875	0,0875	0,0131	0,0131	0,99	0,99	6,99	2,15
1-3	20,00	0,020	0,030	0,056	0,082	0,076	0,112	150	0,304	86,55	80,48	85,50	79,43	1,05	1,05	3,288	3,288	0,0027	0,0027	0,09	0,09	0,0589	0,0589	0,0088	0,0088	1,81	1,81	26,82	1,77
1-4	37,06	0,038	0,056	0,076	0,112	0,114	0,168	150	0,135	80,48	75,48	79,43	74,43	1,05	1,05	3,723	3,723	0,0041	0,0041	0,11	0,11	0,0710	0,0710	0,0106	0,0106	1,37	1,37	14,36	1,94
1-5	23,59	0,024	0,035	0,114	0,168	0,138	0,203	150	0,128	75,48	72,47	74,43	71,42	1,05	1,05	3,755	3,755	0,0042	0,0042	0,11	0,11	0,0719	0,0719	0,0108	0,0108	1,34	1,34	13,76	1,95
1-6	29,90	0,031	0,045	0,240	0,354	0,271	0,399	150	0,010	72,47	72,19	71,42	71,12	1,05	1,07	5,478	5,478	0,0149	0,0149	0,21	0,21	0,1267	0,1267	0,0190	0,0190	0,55	0,55	1,93	2,59
1-7	18,29	0,019	0,027	0,382	0,563	0,401	0,590	150	0,009	72,19	72,00	71,12	70,95	1,07	1,05	5,568	5,568	0,0157	0,0157	0,22	0,22	0,1298	0,1298	0,0195	0,0195	0,53	0,53	1,77	2,62
1-8	28,95	0,030	0,044	0,509	0,750	0,539	0,794	150	0,013	72,00	71,61	70,95	70,56	1,05	1,05	5,263	5,263	0,0129	0,0129	0,20	0,20	0,1193	0,1193	0,0179	0,0179	0,61	0,61	2,41	2,51
1-9	27,01	0,028	0,041	0,630	0,928	0,658	0,969	150	0,007	71,61	71,55	70,56	70,38	1,05	1,17	5,817	5,817	0,0183	0,0183	0,23	0,23	0,1387	0,1387	0,0208	0,0208	0,48	0,48	1,39	2,71
1-10	42,85	0,044	0,064	0,748	1,101	0,792	1,166	150	0,010	71,55	71,00	70,38	69,95	1,17	1,05	5,490	5,490	0,0150	0,0150	0,21	0,21	0,1271	0,1271	0,0191	0,0191	0,55	0,55	1,91	2,59
1-11	35,79	0,037	0,054	0,792	1,166	0,828	1,219	150	0,016	71,00	70,42	69,95	69,37	1,05	1,05	5,110	5,110	0,0118	0,0118	0,19	0,19	0,1141	0,1141	0,0171	0,0171	0,65	0,65	2,77	2,46
1-12	28,50	0,029	0,043	0,966	1,423	0,995	1,465	150	0,046	70,42	69,10	69,37	68,05	1,05	1,05	4,374	4,374	0,0070	0,0070	0,15	0,15	0,090	0,0904	0,0136	0,0136	0,94	0,94	6,28	2,19
1-13	30,10	0,031	0,045	1,050	1,546	1,081	1,592	150	0,123	69,10	65,39	68,05	64,34	1,05	1,05	3,775	3,846	0,0043	0,0045	0,11	0,12	0,0725	0,0745	0,0109	0,0112	1,33	1,35	13,40	1,99
1-14	26,46	0,027	0,040	1,151	1,695	1,178	1,735	150	0,015	65,39	65,00	64,34	63,95	1,05	1,05	5,187	5,417	0,0124	0,0143	0,19	0,21	0,1167	0,1246	0,0175	0,0187	0,63	0,66	2,58	2,57
1-15	27,79	0,028	0,042	1,233	1,816	1,262	1,858	150	0,018	65,00	64,51	63,95	63,46	1,05	1,05	5,044	5,385	0,0113	0,0140	0,18	0,20	0,1120	0,1235	0,0168	0,0185	0,67	0,72	2,96	2,56
1-16	28,69	0,029	0,043	1,262	1,858	1,291	1,901	150	0,068	64,51	62,55	63,46	61,50	1,05	1,05	4,128	4,433	0,0057	0,0073	0,13	0,15	0,0829	0,0922	0,0124	0,0138	1,08	1,16	8,49	2,21
1-17	27,50	0,028	0,041	1,291	1,901	1,319	1,942	150	0,020	62,55	62,00	61,50	60,95	1,05	1,05	4,950	5,358	0,0106	0,0137	0,18	0,20	0,1088	0,1226	0,0163	0,0184	0,70	0,76	3,27	2,55
1-18	33,52	0,034	0,050	1,319	1,942	1,353	1,992	150	0,030	62,00	61,00	60,95	59,95	1,05	1,05	4,661	5,077	0,0087	0,0115	0,16	0,19	0,0994	0,1130	0,0149	0,0170	0,80	0,88	4,45	2,45
1-19	28,40	0,029	0,043	1,377	2,027	1,406	2,070	150	0,068	61,00	59,08	59,95	58,03	1,05	1,05	4,134	4,547	0,0058	0,0080	0,13	0,16	0,0831	0,0958	0,0125	0,0144	1,08	1,18	8,42	2,25
1-20	25,82	0,026	0,039	1,431	2,107	1,458	2,146	150	0,093	59,08	56,69	58,03	55,64	1,05	1,05	3,953	4,390	0,0049	0,0071	0,12	0,15	0,0777	0,0909	0,0116	0,0136	1,20	1,34	10,78	2,19
1-21	23,26	0,024	0,035	1,482	2,183	1,506	2,218	150	0,030	56,69	56,00	55,64	54,95	1,05	1,05	4,670	5,256	0,0087	0,0129	0,16	0,20	0,0997	0,1191	0,0150	0,0179	0,80	0,91	4,44	2,51
1-22	53,40	0,055	0,080	1,529	2,251	1,583	2,331	150	0,103	56,00	50,51	54,95	49,46	1,05	1,05	3,955	4,433	0,0049	0,0073	0,12	0,15	0,0777	0,0922	0,0117	0,0138	1,27	1,42	11,99	2,21
1-23	43,85	0,045	0,066	2,197	3,235	2,242	3,301	150	0,188	50,51	42,28	49,46	41,23	1,05	1,05	4,013	4,492	0,0052	0,0076	0,13	0,15	0,0795	0,0941	0,0119	0,0141	1,74	1,95	22,37	2,23
1-24	70,72	0,072	0,106	2,387	3,515	2,460	3,622	150	0,004	42,28	44,49	40,55	40,30	1,73	4,19	7,323	8,134	0,0410	0,0603	0,35	0,44	0,1958	0,2292	0,0294	0,0344	0,44	0,49	1,06	3,48
1-25	78,50	0,080	0,118	2,460	3,622	2,540	3,740	150	0,004	44,49	41,79	40,30	40,02	4,19	1,77	7,400	8,223	0,0426	0,0628	0,36	0,45	0,1989	0,2330	0,0298	0,0350	0,44	0,49	1,06	3,51
1-26	30,28	0,031	0,046	2,540	3,740	2,571	3,785	150	0,016	41,79	40,60	40,02	39,55	1,77	1,05	6,024	6,725	0,0206	0,0304	0,25	0,30	0,1461	0,1723	0,0219	0,0258	0,75	0,84	3,40	3,02
1-27	39,75	0,041	0,060	2,571	3,785	2,611	3,845	150	0,004	40,60	40,90	39,55	39,41	1,05	1,49	7,469	8,293	0,0441	0,0650	0,37	0,46	0,2017	0,2360	0,0303	0,0354	0,44	0,49	1,06	3,54
1-28	38,69	0,039	0,058	3,047	4,486	3,086	4,544	150	0,003	40,90	39,28	37,40	37,27	3,50	2,01	7,905	8,717	0,0542	0,0798	0,41	0,51	0,2196	0,2543	0,0329	0,0381	0,45	0,50	1,07	3,67
1-29	60,73	0,062	0,091	3,351	4,935	3,413	5,026	150	0,003	39,28	39,06	36,34	36,16	2,94	2,90	8,174	8,987	0,0614	0,0904	0,44	0,55	0,2309	0,2662	0,0346	0,0399	0,45	0,50	1,07	3,76
1-30	26,82	0,027	0,040	3,694	5,439	3,721	5,479	150	0,003	39,06	38,73	36,16	36,08	2,90	2,65	8,393	9,213	0,0683	0,1006	0,47	0,59	0,2403	0,2763	0,0360	0,0415	0,46	0,50	1,07	3,83
1-31	25,65	0,026	0,039	3,854	5,675	3,880	5,713	150	0,003	38,73	38,68	36,08	36,00	2,65	2,68	8,499	9,312	0,0720	0,1059	0,48	0,61	0,2448	0,2808	0,0367	0,0421	0,46	0,50	1,07	3,86

Trecho	Ext. (m)	Q do trecho (L/s)		Q mont. (L/s)		Q jus. (L/s)		DN (mm)	I trecho (m/m)	Cota do terreno (m)		Cota do fundo (m)		Prof. do coletor (m)		V / √I (m/s)		Q / √I (m³/s)		Lamina líquida (Y/D)		β		Rh (m)		Velocidade (m/s)		σ (MPa)	Vc (m/s)
-	-	inicial	final	inicial	final	inicial	final	-	-	mont.	jus.	mont.	jus.	mont.	jus.	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	-	-
1-32	26,58	0,027	0,040	3,992	5,878	4,019	5,918	150	0,003	38,68	38,38	36,00	35,93	2,68	2,45	8,591	9,393	0,0751	0,1106	0,50	0,63	0,2488	0,2844	0,0373	0,0427	0,46	0,50	1,07	3,88
1-33	25,09	0,026	0,038	4,110	6,051	4,135	6,089	150	0,003	38,38	38,29	35,93	35,86	2,45	2,43	8,664	9,460	0,0778	0,1146	0,51	0,65	0,2520	0,2875	0,0378	0,0431	0,46	0,50	1,07	3,90
1-34	44,91	0,046	0,068	4,245	6,250	4,290	6,317	150	0,003	38,29	37,87	35,86	35,73	2,43	2,14	8,760	9,546	0,0815	0,1199	0,52	0,67	0,2562	0,2914	0,0384	0,0437	0,46	0,50	1,07	3,93
1-35	49,62	0,051	0,075	4,290	6,317	4,341	6,392	150	0,003	37,87	37,81	35,73	35,59	2,14	2,22	8,791	9,574	0,0827	0,1217	0,53	0,68	0,2576	0,2927	0,0386	0,0439	0,46	0,50	1,07	3,94
1-36	33,79	0,034	0,051	4,668	6,873	4,702	6,924	150	0,003	37,81	37,73	35,59	35,50	2,22	2,23	9,005	9,731	0,0912	0,1343	0,56	0,73	0,2670	0,3000	0,0401	0,0450	0,46	0,50	1,06	3,99
1-37	32,65	0,033	0,049	4,702	6,924	4,736	6,973	150	0,003	37,73	37,63	35,50	35,42	2,23	2,21	9,023	9,743	0,0920	0,1355	0,56	0,73	0,2678	0,3005	0,0402	0,0451	0,46	0,50	1,06	3,99
1-38	30,98	0,032	0,047	4,868	7,168	4,900	7,215	150	0,003	37,63	37,32	35,42	35,34	2,21	1,98	7,492	8,312	0,0960	0,1413	0,37	0,46	0,2026	0,2368	0,0304	0,0355	0,38	0,42	0,79	3,54
1-39	31,24	0,032	0,047	4,900	7,215	4,932	7,262	150	0,003	37,32	36,85	35,34	35,26	1,98	1,59	7,509	8,328	0,0968	0,1425	0,37	0,46	0,2033	0,2375	0,0305	0,0356	0,38	0,42	0,79	3,55
1-40	45,87	0,047	0,069	4,932	7,262	4,979	7,331	150	0,003	36,85	36,59	35,26	35,14	1,59	1,45	7,533	8,351	0,0979	0,1441	0,37	0,46	0,2043	0,2385	0,0306	0,0358	0,38	0,42	0,79	3,55
1-41	67,97	0,069	0,102	4,979	7,331	5,048	7,433	150	0,003	36,59	36,63	35,14	34,96	1,45	1,67	7,569	8,385	0,0996	0,1466	0,38	0,47	0,2058	0,2399	0,0309	0,0360	0,38	0,43	0,79	3,57
1-42	27,88	0,028	0,042	5,048	7,433	5,076	7,475	150	0,003	36,63	37,03	34,96	34,89	1,67	2,14	7,583	8,399	0,1003	0,1476	0,38	0,47	0,2063	0,2405	0,0310	0,0361	0,38	0,43	0,79	3,57
1-43	14,37	0,015	0,022	5,528	8,140	5,543	8,161	150	0,002	37,03	36,52	34,89	34,86	2,14	1,66	7,816	8,626	0,1118	0,1646	0,40	0,50	0,2159	0,2504	0,0324	0,0376	0,39	0,43	0,80	3,64
1-44	26,88	0,027	0,040	5,543	8,161	5,570	8,202	150	0,002	36,52	36,90	34,86	34,79	1,66	2,11	7,829	8,639	0,1125	0,1656	0,40	0,50	0,2165	0,2509	0,0325	0,0376	0,39	0,43	0,80	3,65
1-45	43,51	0,044	0,065	5,570	8,202	5,615	8,267	150	0,002	36,90	36,29	34,79	34,68	2,11	1,61	7,849	8,659	0,1136	0,1672	0,41	0,51	0,2173	0,2518	0,0326	0,0378	0,39	0,43	0,80	3,65
1-46	34,70	0,035	0,052	6,081	8,954	6,116	9,006	150	0,002	36,29	36,00	34,68	34,60	1,61	1,40	8,071	8,886	0,1262	0,1859	0,43	0,54	0,2266	0,2617	0,0340	0,0393	0,39	0,43	0,80	3,72
1-47	43,93	0,045	0,066	6,185	9,107	6,230	9,173	150	0,002	36,00	35,94	34,60	34,50	1,40	1,44	8,120	8,937	0,1291	0,1901	0,44	0,55	0,2287	0,2640	0,0343	0,0396	0,39	0,43	0,80	3,74
1-48	7,15	0,007	0,011	6,255	9,209	6,262	9,220	150	0,002	35,94	35,61	34,50	34,48	1,44	1,13	8,134	8,951	0,1299	0,1913	0,44	0,55	0,2292	0,2646	0,0344	0,0397	0,39	0,43	0,80	3,74
1-49	32,04	0,033	0,048	6,262	9,220	6,295	9,268	150	0,002	35,61	36,00	34,48	34,41	1,13	1,59	8,148	8,965	0,1308	0,1926	0,44	0,55	0,2298	0,2653	0,0345	0,0398	0,39	0,43	0,80	3,75
1-50	25,17	0,026	0,038	6,295	9,268	6,320	9,306	150	0,044	36,00	34,35	34,41	33,30	1,59	1,05	6,709	7,479	0,0301	0,0443	0,30	0,37	0,1717	0,2021	0,0258	0,0303	1,41	1,57	11,35	3,27
1-51	14,42	0,015	0,022	6,320	9,306	6,335	9,328	150	0,006	34,35	34,27	33,30	33,22	1,05	1,05	8,853	9,631	0,0851	0,1252	0,53	0,69	0,2603	0,2953	0,0390	0,0443	0,66	0,72	2,17	3,96
1-52	22,07	0,023	0,033	6,497	9,566	6,519	9,599	200	0,048	34,27	33,18	33,14	32,08	1,13	1,10	8,101	9,032	0,0298	0,0438	0,30	0,37	0,1709	0,2012	0,0342	0,0402	1,77	1,98	16,40	3,77
1-53	24,18	0,025	0,036	6,519	9,599	6,544	9,635	200	0,020	33,18	32,70	32,08	31,60	1,10	1,10	9,178	10,169	0,0464	0,0684	0,38	0,47	0,2061	0,2403	0,0412	0,0481	1,29	1,43	8,18	4,12
1-54	36,92	0,038	0,055	6,544	9,635	6,582	9,691	200	0,012	32,70	32,26	31,60	31,16	1,10	1,10	9,851	10,840	0,0603	0,0888	0,44	0,55	0,2292	0,2645	0,0458	0,0529	1,08	1,18	5,46	4,32
1-55	20,85	0,021	0,031	7,495	11,036	7,517	11,067	200	0,002	32,26	32,46	31,16	31,12	1,10	1,34	10,42	11,393	0,1628	0,2397	0,50	0,63	0,2494	0,2850	0,0499	0,0570	0,48	0,53	1,06	4,49
1-56	47,72	0,049	0,072	7,517	11,067	7,565	11,139	200	0,002	32,46	32,99	31,12	31,01	1,34	1,98	10,44	11,411	0,1641	0,2417	0,50	0,64	0,2501	0,2857	0,0500	0,0571	0,48	0,53	1,06	4,49
1-57	66,31	0,068	0,100	7,796	11,479	7,864	11,579	200	0,002	32,99	32,45	29,49	29,35	3,50	3,10	10,563	11,521	0,1722	0,2535	0,51	0,66	0,2544	0,2898	0,0509	0,0580	0,48	0,53	1,06	4,52
1-58	61,33	0,063	0,092	7,864	11,579	7,927	11,671	200	0,002	32,45	32,00	29,35	29,23	3,10	2,77	10,588	11,543	0,1739	0,2560	0,52	0,66	0,2553	0,2907	0,0511	0,0581	0,48	0,53	1,06	4,53
1-59	50,11	0,051	0,075	7,927	11,671	7,978	11,747	200	0,002	32,00	32,02	29,23	29,12	2,77	2,90	10,61	11,562	0,1752	0,2580	0,52	0,67	0,2561	0,2913	0,0512	0,0583	0,48	0,53	1,06	4,54
1-60	43,91	0,045	0,066	8,550	12,60	8,595	12,67	200	0,020	32,02	29,36	29,12	28,26	2,90	2,50	9,897	10,885	0,0613	0,0903	0,44	0,55	0,2307	0,2661	0,0461	0,0532	1,39	1,53	9,07	4,34
1-61	15,93	0,016	0,024	14,770	21,83	14,786	21,854	200	0,004	29,36	29,00	26,86	26,80	2,50	2,20	9,974	10,83	0,2338	0,3455	0,45	0,55	0,2335	0,2642	0,0467	0,0528	0,63	0,69	1,87	4,32
2-1	58,30	0,060	0,088	0,000	0,000	0,060	0,088	150	0,021	89,84	89,20	88,79	87,58	1,05	1,62	4,925	4,925	0,0104	0,0104	0,18	0,18	0,1080	0,1080	0,0162	0,0162	0,71	0,71	3,36	2,39

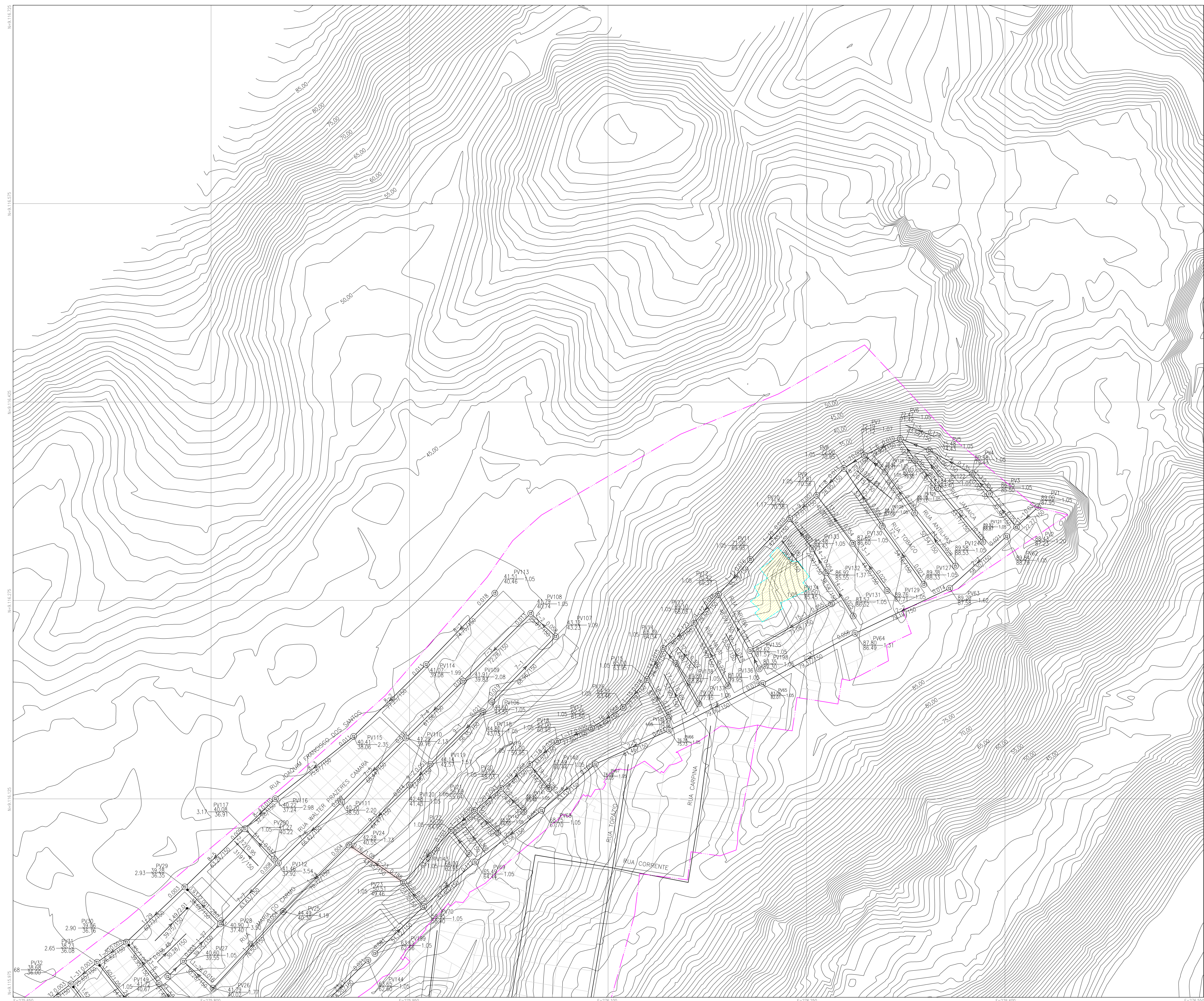
Trecho	Ext. (m)	Q do trecho (L/s)		Q mont. (L/s)		Q jus. (L/s)		DN (mm)	I trecho (m/m)	Cota do terreno (m)		Cota do fundo (m)		Prof. do coletor (m)		V / √I (m/s)		Q / √I (m³/s)		Lamina líquida (Y/D)		β		Rh (m)		Velocidade (m/s)		σ (MPa)	Vc (m/s)
-	-	inicial	final	inicial	final	inicial	final	-	-	mont.	jus.	mont.	jus.	mont.	jus.	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	-	-
2-2	79,19	0,081	0,119	0,060	0,088	0,140	0,207	150	0,014	89,20	87,80	87,58	86,49	1,62	1,31	5,240	5,240	0,0127	0,0127	0,20	0,20	0,1185	0,1185	0,0178	0,0178	0,62	0,62	2,46	2,51
2-3	79,37	0,081	0,119	0,140	0,207	0,221	0,326	150	0,056	87,80	83,06	86,49	82,01	1,31	1,05	4,244	4,244	0,0063	0,0063	0,14	0,14	0,0864	0,0864	0,0130	0,0130	1,01	1,01	7,31	2,14
2-4	79,06	0,081	0,119	0,221	0,326	0,302	0,445	150	0,079	83,06	76,78	82,01	75,73	1,05	1,05	4,044	4,044	0,0053	0,0053	0,13	0,13	0,0804	0,0804	0,0121	0,0121	1,14	1,14	9,57	2,06
2-5	61,46	0,063	0,092	0,302	0,445	0,365	0,537	150	0,044	76,78	74,08	75,73	73,03	1,05	1,05	4,410	4,410	0,0072	0,0072	0,15	0,15	0,0915	0,0915	0,0137	0,0137	0,92	0,92	6,03	2,20
2-6	53,51	0,055	0,080	0,365	0,537	0,419	0,618	150	0,100	74,08	68,75	73,03	67,70	1,05	1,05	3,905	3,905	0,0048	0,0048	0,12	0,12	0,0763	0,0763	0,0114	0,0114	1,23	1,23	11,39	2,01
2-7	63,58	0,065	0,096	0,419	0,618	0,484	0,713	150	0,051	68,75	65,49	67,70	64,44	1,05	1,05	4,305	4,305	0,0066	0,0066	0,14	0,14	0,0883	0,0883	0,0132	0,0132	0,97	0,97	6,79	2,16
2-8	51,60	0,053	0,078	0,484	0,713	0,537	0,791	150	0,117	65,49	59,45	64,44	58,40	1,05	1,05	3,805	3,805	0,0044	0,0044	0,12	0,12	0,0733	0,0733	0,0110	0,0110	1,30	1,30	12,88	1,97
2-9	23,72	0,024	0,036	0,589	0,868	0,613	0,903	150	0,377	59,45	50,51	58,40	49,46	1,05	1,05	3,176	3,176	0,0024	0,0024	0,09	0,09	0,0559	0,0559	0,0084	0,0084	1,95	1,95	31,62	1,72
3-1	28,08	0,029	0,042	0,000	0,000	0,029	0,042	150	0,029	63,34	62,68	62,29	61,47	1,05	1,21	4,675	4,675	0,0088	0,0088	0,16	0,16	0,0999	0,0999	0,0150	0,0150	0,80	0,80	4,38	2,30
3-2	53,11	0,054	0,080	0,029	0,042	0,083	0,122	150	0,018	62,68	63,61	61,47	60,53	1,21	3,08	5,040	5,040	0,0113	0,0113	0,18	0,18	0,1118	0,1118	0,0168	0,0168	0,67	0,67	2,97	2,43
3-3	43,15	0,044	0,065	0,083	0,122	0,127	0,187	150	0,023	63,61	60,59	60,53	59,54	3,08	1,05	4,850	4,850	0,0099	0,0099	0,17	0,17	0,1056	0,1056	0,0158	0,0158	0,73	0,73	3,63	2,36
3-4	52,34	0,053	0,079	0,127	0,187	0,180	0,266	150	0,025	60,59	59,27	59,54	58,22	1,05	1,05	4,779	4,779	0,0094	0,0094	0,17	0,17	0,1032	0,1032	0,0155	0,0155	0,76	0,76	3,91	2,34
3-5	52,00	0,053	0,078	0,180	0,266	0,233	0,344	150	0,014	59,27	58,55	58,22	57,50	1,05	1,05	5,239	5,239	0,0127	0,0127	0,20	0,20	0,1185	0,1185	0,0178	0,0178	0,62	0,62	2,46	2,51
3-6	52,00	0,053	0,078	0,233	0,344	0,287	0,422	150	0,014	58,55	57,84	57,50	56,79	1,05	1,05	5,251	5,251	0,0128	0,0128	0,20	0,20	0,1189	0,1189	0,0178	0,0178	0,61	0,61	2,44	2,51
3-7	54,49	0,056	0,082	0,287	0,422	0,342	0,504	150	0,110	57,84	51,83	56,79	50,78	1,05	1,05	3,841	3,841	0,0045	0,0045	0,12	0,12	0,0744	0,0744	0,0112	0,0112	1,28	1,28	12,31	1,99
3-8	53,05	0,054	0,080	0,342	0,504	0,396	0,584	150	0,091	51,83	47,00	50,78	45,95	1,05	1,05	3,964	3,964	0,0050	0,0050	0,12	0,12	0,0780	0,0780	0,0117	0,0117	1,20	1,20	10,65	2,03
3-9	22,90	0,023	0,034	0,396	0,584	0,420	0,618	150	0,108	47,00	44,52	45,95	43,47	1,05	1,05	3,853	3,853	0,0046	0,0046	0,12	0,12	0,0747	0,0747	0,0112	0,0112	1,27	1,27	12,14	1,99
3-10	47,40	0,048	0,071	0,420	0,618	0,468	0,689	150	0,082	44,52	40,61	43,47	39,56	1,05	1,05	4,023	4,023	0,0052	0,0052	0,13	0,13	0,0797	0,0797	0,0120	0,0120	1,16	1,16	9,87	2,06
3-11	54,52	0,056	0,082	0,697	1,026	0,752	1,108	150	0,023	40,61	39,38	39,56	38,33	1,05	1,05	4,862	4,862	0,0100	0,0100	0,17	0,17	0,1059	0,1059	0,0159	0,0159	0,73	0,73	3,58	2,37
3-12	39,76	0,041	0,060	0,820	1,207	0,860	1,267	150	0,163	39,38	32,91	38,33	31,86	1,05	1,05	3,621	3,621	0,0037	0,0037	0,11	0,11	0,0681	0,0681	0,0102	0,0102	1,46	1,46	16,62	1,90
3-13	52,39	0,053	0,079	0,860	1,267	0,914	1,345	150	0,012	32,91	32,26	31,86	31,21	1,05	1,05	5,330	5,330	0,0135	0,0135	0,20	0,20	0,1216	0,1216	0,0182	0,0182	0,59	0,59	2,26	2,54
4-1	53,50	0,055	0,080	0,000	0,000	0,055	0,080	150	0,063	57,35	54,00	56,30	52,95	1,05	1,05	4,180	4,180	0,0060	0,0060	0,13	0,13	0,0844	0,0844	0,0127	0,0127	1,05	1,05	7,93	2,12
4-2	46,52	0,047	0,070	0,055	0,080	0,102	0,150	150	0,016	54,00	53,93	52,95	52,20	1,05	1,73	5,117	5,117	0,0118	0,0118	0,19	0,19	0,1144	0,1144	0,0172	0,0172	0,65	0,65	2,76	2,46
4-3	52,78	0,054	0,079	0,102	0,150	0,156	0,230	150	0,091	53,93	48,45	52,20	47,40	1,73	1,05	3,964	3,964	0,0050	0,0050	0,12	0,12	0,0780	0,0780	0,0117	0,0117	1,20	1,20	10,64	2,03
4-4	57,64	0,059	0,087	0,156	0,230	0,215	0,316	150	0,219	48,45	35,83	47,40	34,78	1,05	1,05	3,476	3,476	0,0032	0,0032	0,10	0,10	0,0640	0,0640	0,0096	0,0096	1,63	1,63	21,03	1,84
4-5	5,10	0,005	0,008	0,328	0,483	0,333	0,491	150	0,149	35,83	35,07	34,78	34,02	1,05	1,05	3,668	3,668	0,0039	0,0039	0,11	0,11	0,0694	0,0694	0,0104	0,0104	1,42	1,42	15,52	1,92
4-6	13,65	0,014	0,021	0,407	0,600	0,421	0,620	150	0,008	35,07	35,17	34,02	33,91	1,05	1,26	5,646	5,646	0,0165	0,0165	0,22	0,22	0,1326	0,1326	0,0199	0,0199	0,51	0,51	1,64	2,65
4-7	31,64	0,032	0,048	0,421	0,620	0,454	0,668	150	0,087	35,17	32,22	33,91	31,17	1,26	1,05	3,998	3,998	0,0051	0,0051	0,12	0,12	0,0790	0,0790	0,0118	0,0118	1,18	1,18	10,25	2,05
4-8	15,90	0,016	0,024	0,454	0,668	0,470	0,692	150	0,026	32,22	31,80	31,17	30,75	1,05	1,05	4,745	4,745	0,0092	0,0092	0,17	0,17	0,1021	0,1021	0,0153	0,0153	0,77	0,77	4,05	2,33
4-9	73,54	0,075	0,111	0,470	0,692	0,545	0,802	150	0,007	31,80	32,02	30,75	30,21	1,05	1,81	5,745	5,745	0,0175	0,0175	0,23	0,23	0,1361	0,1361	0,0204	0,0204	0,49	0,49	1,49	2,68
5-1	47,53	0,049	0,071	0,000	0,000	0,049	0,071	150	0,178	59,04	50,56	57,99	49,51	1,05	1,05	3,574	3,574	0,0036	0,0036	0,10	0,10	0,0668	0,0668	0,0100	0,0100	1,51	1,51	17,87	1,88

Trecho	Ext. (m)	Q do trecho (L/s)		Q mont. (L/s)		Q jus. (L/s)		DN (mm)	I trecho (m/m)	Cota do terreno (m)		Cota do fundo (m)		Prof. do coletor (m)		V / √I (m/s)		Q / √I (m³/s)		Lamina líquida (Y/D)		β		Rh (m)		Velocidade (m/s)		σ (MPa)	Vc (m/s)
-	-	inicial	final	inicial	final	inicial	final	-	-	mont.	jus.	mont.	jus.	mont.	jus.	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	-	-
5-2	50,78	0,052	0,076	0,049	0,071	0,100	0,148	150	0,078	50,56	46,62	49,51	45,57	1,05	1,05	4,057	4,057	0,0054	0,0054	0,13	0,13	0,0807	0,0807	0,0121	0,0121	1,13	1,13	9,40	2,07
5-3	49,57	0,051	0,075	0,174	0,256	0,224	0,330	150	0,123	46,62	40,50	45,57	39,45	1,05	1,05	3,774	3,774	0,0043	0,0043	0,11	0,11	0,0724	0,0724	0,0109	0,0109	1,33	1,33	13,42	1,96
5-4	22,94	0,023	0,034	0,224	0,330	0,248	0,365	150	0,073	40,50	38,83	39,45	37,78	1,05	1,05	4,092	4,092	0,0056	0,0056	0,13	0,13	0,0818	0,0818	0,0123	0,0123	1,10	1,10	8,93	2,08
5-5	60,61	0,062	0,091	0,335	0,494	0,397	0,585	150	0,015	38,83	37,24	37,08	36,19	1,75	1,05	5,194	5,194	0,0124	0,0124	0,19	0,19	0,1170	0,1170	0,0175	0,0175	0,63	0,63	2,56	2,49
5-6	53,36	0,054	0,080	0,397	0,585	0,452	0,665	150	0,008	37,24	37,03	36,19	35,76	1,05	1,27	5,674	5,674	0,0168	0,0168	0,22	0,22	0,1336	0,1336	0,0200	0,0200	0,51	0,51	1,60	2,66
6-1	27,39	0,028	0,041	0,000	0,000	0,028	0,041	150	0,030	62,49	63,42	61,44	60,63	1,05	2,79	4,667	4,667	0,0087	0,0087	0,16	0,16	0,0996	0,0996	0,0149	0,0149	0,80	0,80	4,42	2,30
6-2	12,38	0,013	0,019	0,028	0,041	0,041	0,060	150	0,055	63,42	61,00	60,63	59,95	2,79	1,05	4,260	4,260	0,0064	0,0064	0,14	0,14	0,0869	0,0869	0,0130	0,0130	1,00	1,00	7,17	2,15
6-3	67,68	0,069	0,102	0,028	0,041	0,097	0,143	150	0,154	61,00	50,57	59,95	49,52	1,05	1,05	3,650	3,650	0,0038	0,0038	0,11	0,11	0,0689	0,0689	0,0103	0,0103	1,43	1,43	15,93	1,91
6-4	40,85	0,042	0,061	0,097	0,143	0,139	0,204	150	0,192	50,57	42,71	49,52	41,66	1,05	1,05	3,537	3,537	0,0034	0,0034	0,10	0,10	0,0657	0,0657	0,0099	0,0099	1,55	1,55	18,97	1,87
6-5	28,94	0,030	0,043	0,223	0,329	0,253	0,373	150	0,073	42,71	40,61	41,66	39,56	1,05	1,05	4,094	4,094	0,0056	0,0056	0,13	0,13	0,0819	0,0819	0,0123	0,0123	1,10	1,10	8,91	2,08
6-6	56,67	0,058	0,085	0,253	0,373	0,311	0,458	150	0,042	40,61	38,25	39,56	37,20	1,05	1,05	4,448	4,448	0,0074	0,0074	0,15	0,15	0,0927	0,0927	0,0139	0,0139	0,91	0,91	5,79	2,22
6-7	15,45	0,016	0,023	0,311	0,458	0,327	0,481	150	0,028	38,25	37,81	37,20	36,76	1,05	1,05	4,692	4,692	0,0089	0,0089	0,16	0,16	0,1004	0,1004	0,0151	0,0151	0,79	0,79	4,29	2,31
7-1	68,96	0,070	0,104	0,000	0,000	0,070	0,104	150	0,019	44,60	43,32	43,55	42,23	1,05	1,09	4,982	4,982	0,0108	0,0108	0,18	0,18	0,1099	0,1099	0,0165	0,0165	0,69	0,69	3,16	2,41
7-2	25,61	0,026	0,038	0,070	0,104	0,097	0,142	150	0,058	43,32	41,79	42,23	40,74	1,09	1,05	4,225	4,225	0,0062	0,0062	0,14	0,14	0,0858	0,0858	0,0129	0,0129	1,02	1,02	7,49	2,13
7-3	72,28	0,074	0,109	0,097	0,142	0,170	0,251	150	0,013	41,79	41,91	40,74	39,83	1,05	2,08	5,317	5,317	0,0133	0,0133	0,20	0,20	0,1212	0,1212	0,0182	0,0182	0,60	0,60	2,30	2,53
7-4	61,06	0,062	0,092	0,170	0,251	0,233	0,343	150	0,011	41,91	41,29	39,83	39,16	2,08	2,13	5,424	5,424	0,0144	0,0144	0,21	0,21	0,1248	0,1248	0,0187	0,0187	0,57	0,57	2,04	2,57
7-5	68,44	0,070	0,103	0,233	0,343	0,303	0,445	150	0,010	41,29	40,70	39,16	38,50	2,13	2,20	5,519	5,519	0,0153	0,0153	0,21	0,21	0,1281	0,1281	0,0192	0,0192	0,54	0,54	1,85	2,61
7-6	66,42	0,068	0,100	0,303	0,445	0,370	0,545	150	0,009	40,70	41,46	38,50	37,92	2,20	3,54	5,596	5,596	0,0160	0,0160	0,22	0,22	0,1308	0,1308	0,0196	0,0196	0,52	0,52	1,72	2,63
7-7	63,63	0,065	0,096	0,370	0,545	0,435	0,641	150	0,008	41,46	40,90	37,92	37,40	3,54	3,50	5,660	5,660	0,0166	0,0166	0,22	0,22	0,1330	0,1330	0,0200	0,0200	0,51	0,51	1,62	2,65
8-1	74,75	0,076	0,112	0,000	0,000	0,076	0,112	150	0,018	41,51	41,07	40,46	39,08	1,05	1,99	5,011	5,011	0,0110	0,0110	0,18	0,18	0,1108	0,1108	0,0166	0,0166	0,68	0,68	3,06	2,42
8-2	77,25	0,079	0,116	0,076	0,112	0,155	0,228	150	0,013	41,07	40,41	39,08	38,06	1,99	2,35	5,280	5,280	0,0131	0,0131	0,20	0,20	0,1199	0,1199	0,0180	0,0180	0,61	0,61	2,37	2,52
8-3	75,67	0,077	0,114	0,155	0,228	0,232	0,342	150	0,011	40,41	40,22	38,06	37,24	2,35	2,98	5,423	5,423	0,0144	0,0144	0,21	0,21	0,1248	0,1248	0,0187	0,0187	0,57	0,57	2,04	2,57
8-4	32,28	0,033	0,049	0,232	0,342	0,265	0,391	150	0,010	40,22	40,08	37,24	36,90	2,98	3,18	5,471	5,471	0,0148	0,0148	0,21	0,21	0,1264	0,1264	0,0190	0,0190	0,55	0,55	1,95	2,59
8-5	63,24	0,065	0,095	0,298	0,439	0,362	0,534	150	0,009	40,08	39,28	36,90	36,34	3,18	2,94	5,588	5,588	0,0159	0,0159	0,22	0,22	0,1305	0,1305	0,0196	0,0196	0,53	0,53	1,73	2,63
9-1	56,35	0,058	0,085	0,000	0,000	0,058	0,085	150	0,021	44,80	44,14	43,75	42,56	1,05	1,58	4,914	4,914	0,0103	0,0103	0,18	0,18	0,1076	0,1076	0,0161	0,0161	0,71	0,71	3,40	2,39
9-2	22,06	0,023	0,033	0,058	0,085	0,080	0,118	150	0,051	44,14	42,48	42,56	41,43	1,58	1,05	4,304	4,304	0,0066	0,0066	0,14	0,14	0,0882	0,0882	0,0132	0,0132	0,98	0,98	6,80	2,16
9-3	64,47	0,066	0,097	0,080	0,118	0,146	0,215	150	0,014	42,48	42,28	41,43	40,55	1,05	1,73	5,255	5,255	0,0129	0,0129	0,20	0,20	0,1190	0,1190	0,0179	0,0179	0,61	0,61	2,43	2,51
10-1	53,11	0,054	0,080	0,000	0,000	0,054	0,080	150	0,103	89,92	84,45	88,87	83,40	1,05	1,05	3,884	3,884	0,0047	0,0047	0,12	0,12	0,0756	0,0756	0,0113	0,0113	1,25	1,25	11,69	2,00
10-2	27,30	0,028	0,041	0,054	0,080	0,082	0,121	150	0,143	84,45	80,55	83,40	79,50	1,05	1,05	3,691	3,691	0,0040	0,0040	0,11	0,11	0,0701	0,0701	0,0105	0,0105	1,40	1,40	15,01	1,93
10-3	19,60	0,020	0,029	0,082	0,121	0,102	0,150	150	0,412	80,55	72,47	79,50	71,42	1,05	1,05	3,133	3,133	0,0023	0,0023	0,09	0,09	0,0548	0,0548	0,0082	0,0082	2,01	2,01	33,88	1,70
11-1	50,54	0,052	0,076	0,000	0,000	0,052	0,076	150	0,028	89,58	88,18	88,53	87,13	1,05	1,05	4,712	4,712	0,0090	0,0090	0,16	0,16	0,1011	0,1011	0,0152	0,0152	0,78	0,78	4,20	2,31

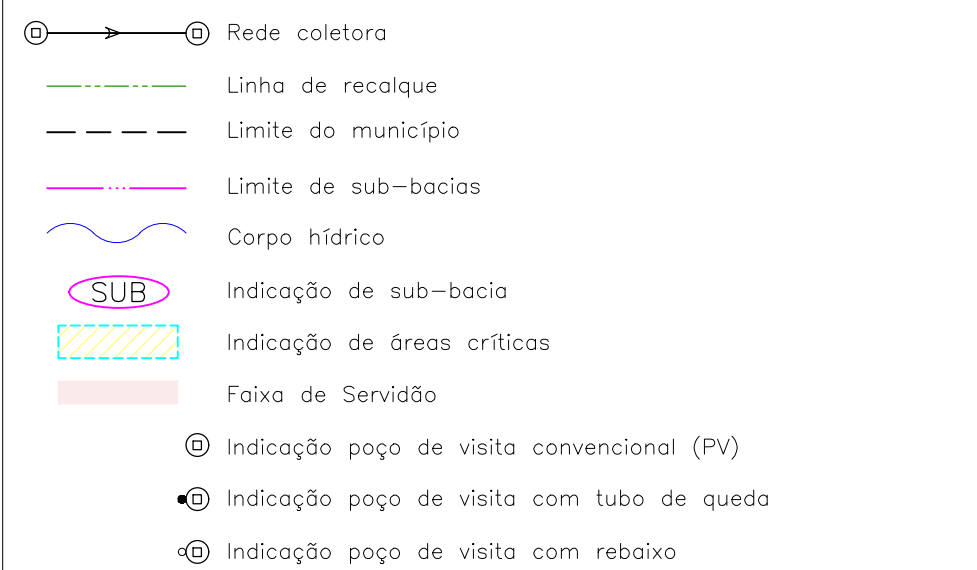
Trecho	Ext. (m)	Q do trecho (L/s)		Q mont. (L/s)		Q jus. (L/s)		DN (mm)	I trecho (m/m)	Cota do terreno (m)		Cota do fundo (m)		Prof. do coletor (m)		V / √I (m/s)		Q / √I (m³/s)		Lamina líquida (Y/D)		β		Rh (m)		Velocidade (m/s)		σ (MPa)	Vc (m/s)
-	-	inicial	final	inicial	final	inicial	final	-	-	mont.	jus.	mont.	jus.	mont.	jus.	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	-	-
11-2	38,35	0,039	0,058	0,052	0,076	0,091	0,134	150	0,228	88,18	79,42	87,13	78,37	1,05	1,05	3,451	3,451	0,0031	0,0031	0,10	0,10	0,0633	0,0633	0,0095	0,0095	1,65	1,65	21,70	1,83
11-3	20,15	0,021	0,030	0,091	0,134	0,111	0,164	150	0,359	79,42	72,19	78,37	71,14	1,05	1,05	3,200	3,200	0,0025	0,0025	0,09	0,09	0,0566	0,0566	0,0085	0,0085	1,92	1,92	30,45	1,73
12-1	54,16	0,055	0,081	0,000	0,000	0,055	0,081	150	0,023	89,38	88,11	88,33	87,06	1,05	1,05	4,833	4,833	0,0098	0,0098	0,17	0,17	0,1050	0,1050	0,0157	0,0157	0,74	0,74	3,69	2,36
12-2	52,37	0,053	0,079	0,055	0,081	0,109	0,160	150	0,308	88,11	72,00	87,06	70,95	1,05	1,05	3,281	3,281	0,0027	0,0027	0,09	0,09	0,0587	0,0587	0,0088	0,0088	1,82	1,82	27,09	1,76
13-1	44,20	0,045	0,066	0,000	0,000	0,045	0,066	150	0,025	88,76	87,65	87,71	86,60	1,05	1,05	4,782	4,782	0,0095	0,0095	0,17	0,17	0,1033	0,1033	0,0155	0,0155	0,76	0,76	3,89	2,34
13-2	45,30	0,046	0,068	0,045	0,066	0,091	0,135	150	0,354	87,65	71,61	86,60	70,56	1,05	1,05	3,207	3,207	0,0025	0,0025	0,09	0,09	0,0568	0,0568	0,0085	0,0085	1,91	1,91	30,14	1,73
14-1	38,58	0,039	0,058	0,000	0,000	0,039	0,058	150	0,025	87,57	86,92	86,52	85,55	1,05	1,37	4,781	4,781	0,0095	0,0095	0,17	0,17	0,1033	0,1033	0,0155	0,0155	0,76	0,76	3,90	2,34
14-2	20,91	0,021	0,031	0,039	0,058	0,061	0,089	150	0,054	86,92	85,48	85,55	84,43	1,37	1,05	4,277	4,277	0,0065	0,0065	0,14	0,14	0,0874	0,0874	0,0131	0,0131	0,99	0,99	7,02	2,15
14-3	28,60	0,029	0,043	0,061	0,089	0,090	0,132	150	0,487	85,48	71,55	84,43	70,50	1,05	1,05	3,056	3,056	0,0021	0,0021	0,08	0,08	0,0528	0,0528	0,0079	0,0079	2,13	2,13	38,57	1,67
15-1	71,08	0,073	0,107	0,000	0,000	0,073	0,107	150	0,055	86,50	82,62	85,45	81,57	1,05	1,05	4,265	4,265	0,0064	0,0064	0,14	0,14	0,0870	0,0870	0,0131	0,0131	1,00	1,00	7,13	2,15
15-2	48,59	0,050	0,073	0,088	0,130	0,138	0,203	150	0,251	82,62	70,42	81,57	69,37	1,05	1,05	3,394	3,394	0,0030	0,0030	0,10	0,10	0,0618	0,0618	0,0093	0,0093	1,70	1,70	23,27	1,81
16-1	53,90	0,055	0,081	0,000	0,000	0,055	0,081	150	0,221	81,00	69,10	79,95	68,05	1,05	1,05	3,472	3,472	0,0032	0,0032	0,10	0,10	0,0639	0,0639	0,0096	0,0096	1,63	1,63	21,17	1,84
17-1	53,90	0,055	0,081	0,000	0,000	0,055	0,081	150	0,169	79,00	69,89	77,95	68,84	1,05	1,05	3,602	3,602	0,0036	0,0036	0,11	0,11	0,0675	0,0675	0,0101	0,0101	1,48	1,48	17,12	1,89
17-2	14,88	0,015	0,022	0,055	0,081	0,070	0,103	150	0,302	69,89	65,39	68,84	64,34	1,05	1,05	3,290	3,290	0,0027	0,0027	0,09	0,09	0,0590	0,0590	0,0088	0,0088	1,81	1,81	26,75	1,77
18-1	53,90	0,055	0,081	0,000	0,000	0,055	0,081	150	0,215	76,61	65,00	75,56	63,95	1,05	1,05	3,484	3,484	0,0032	0,0032	0,10	0,10	0,0643	0,0643	0,0096	0,0096	1,62	1,62	20,76	1,84
19-1	23,14	0,024	0,035	0,000	0,000	0,024	0,035	150	0,280	67,49	61,00	66,44	59,95	1,05	1,05	3,331	3,331	0,0028	0,0028	0,09	0,09	0,0601	0,0601	0,0090	0,0090	1,76	1,76	25,28	1,78
20-1	24,83	0,025	0,037	0,000	0,000	0,025	0,037	150	0,297	66,45	59,08	65,40	58,03	1,05	1,05	3,300	3,300	0,0028	0,0028	0,09	0,09	0,0592	0,0592	0,0089	0,0089	1,80	1,80	26,37	1,77
21-1	24,42	0,025	0,037	0,000	0,000	0,025	0,037	150	0,363	65,55	56,69	64,50	55,64	1,05	1,05	3,195	3,195	0,0025	0,0025	0,09	0,09	0,0564	0,0564	0,0085	0,0085	1,92	1,92	30,71	1,73
22-1	22,22	0,023	0,033	0,000	0,000	0,023	0,033	150	0,360	64,00	56,00	62,95	54,95	1,05	1,05	3,199	3,199	0,0025	0,0025	0,09	0,09	0,0565	0,0565	0,0085	0,0085	1,92	1,92	30,53	1,73
23-1	58,20	0,059	0,087	0,000	0,000	0,059	0,087	150	0,021	63,65	63,30	62,60	61,39	1,05	1,91	4,924	4,924	0,0104	0,0104	0,18	0,18	0,1080	0,1080	0,0162	0,0162	0,71	0,71	3,36	2,39
23-2	46,61	0,048	0,070	0,059	0,087	0,107	0,158	150	0,016	63,30	62,72	61,39	60,66	1,91	2,06	5,134	5,134	0,0120	0,0120	0,19	0,19	0,1150	0,1150	0,0172	0,0172	0,64	0,64	2,71	2,47
23-3	29,07	0,030	0,044	0,107	0,158	0,137	0,201	150	0,014	62,72	62,00	60,66	60,25	2,06	1,75	5,229	5,229	0,0127	0,0127	0,19	0,19	0,1182	0,1182	0,0177	0,0177	0,62	0,62	2,48	2,50
23-4	79,53	0,081	0,120	0,137	0,201	0,218	0,321	150	0,221	62,00	43,69	60,25	42,64	1,75	1,05	3,470	3,470	0,0032	0,0032	0,10	0,10	0,0639	0,0639	0,0096	0,0096	1,63	1,63	21,22	1,84
23-5	21,49	0,022	0,032	0,218	0,321	0,240	0,353	150	0,092	43,69	41,72	42,64	40,67	1,05	1,05	3,959	3,959	0,0050	0,0050	0,12	0,12	0,0778	0,0778	0,0117	0,0117	1,20	1,20	10,70	2,03
23-6	39,95	0,041	0,060	0,240	0,353	0,281	0,413	150	0,067	41,72	39,06	40,67	38,01	1,05	1,05	4,143	4,143	0,0058	0,0058	0,13	0,13	0,0833	0,0833	0,0125	0,0125	1,07	1,07	8,32	2,10
24-1	65,48	0,067	0,098	0,000	0,000	0,067	0,098	150	0,214	59,57	45,56	58,52	44,51	1,05	1,05	3,487	3,487	0,0032	0,0032	0,10	0,10	0,0643	0,0643	0,0097	0,0097	1,61	1,61	20,65	1,85
24-2	64,54	0,066	0,097	0,067	0,098	0,133	0,195	150	0,106	45,56	38,73	44,51	37,68	1,05	1,05	3,867	3,867	0,0046	0,0046	0,12	0,12	0,0751	0,0751	0,0113	0,0113	1,26	1,26	11,93	2,00
25-1	56,19	0,057	0,084	0,000	0,000	0,057	0,084	150	0,181	54,75	44,57	53,70	43,52	1,05	1,05	3,567	3,567	0,0035	0,0035	0,10	0,10	0,0666	0,0666	0,0100	0,0100	1,52	1,52	18,09	1,88
25-2	53,24	0,054	0,080	0,057	0,084	0,112	0,164	150	0,111	44,57	38,68	43,52	37,63	1,05	1,05	3,839	3,839	0,0045	0,0045	0,12	0,12	0,0743	0,0743	0,0112	0,0112	1,28	1,28	12,34	1,98
26-1	44,13	0,045	0,066	0,000	0,000	0,045	0,066	150	0,176	50,17	42,41	49,12	41,36	1,05	1,05	3,582	3,582	0,0036	0,0036	0,10	0,10	0,0670	0,0670	0,0100	0,0100	1,50	1,50	17,67	1,88
26-2	44,44	0,045	0,067	0,045	0,066	0,090	0,133	150	0,091	42,41	38,38	41,36	37,33	1,05	1,05	3,967	3,967	0,0050	0,0050	0,12	0,12	0,0781	0,0781	0,0117	0,0117	1,19	1,19	10,62	2,03

Trecho	Ext. (m)	Q do trecho (L/s)		Q mont. (L/s)		Q jus. (L/s)		DN (mm)	I trecho (m/m)	Cota do terreno (m)		Cota do fundo (m)		Prof. do coletor (m)		V / √I (m/s)		Q / √I (m³/s)		Lamina líquida (Y/D)		β		Rh (m)		Velocidade (m/s)		σ (MPa)	Vc (m/s)
-	-	inicial	final	inicial	final	inicial	final	-	-	mont.	jus.	mont.	jus.	mont.	jus.	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	-	-
27-1	37,45	0,038	0,056	0,000	0,000	0,038	0,056	150	0,106	43,26	39,29	42,21	38,24	1,05	1,05	3,866	3,866	0,0046	0,0046	0,12	0,12	0,0751	0,0751	0,0113	0,0113	1,26	1,26	11,94	1,99
27-2	26,60	0,027	0,040	0,082	0,121	0,109	0,161	150	0,016	39,29	38,29	37,18	36,77	2,11	1,52	5,143	5,143	0,0120	0,0120	0,19	0,19	0,1152	0,1152	0,0173	0,0173	0,64	0,64	2,69	2,47
28-1	43,16	0,044	0,065	0,000	0,000	0,044	0,065	150	0,024	39,26	39,29	38,21	37,18	1,05	2,11	4,820	4,820	0,0097	0,0097	0,17	0,17	0,1046	0,1046	0,0157	0,0157	0,74	0,74	3,74	2,35
29-1	41,36	0,042	0,062	0,000	0,000	0,042	0,062	150	0,230	62,00	52,48	60,95	51,43	1,05	1,05	3,446	3,446	0,0031	0,0031	0,10	0,10	0,0632	0,0632	0,0095	0,0095	1,65	1,65	21,83	1,83
29-2	41,61	0,042	0,063	0,042	0,062	0,085	0,125	150	0,235	52,48	42,71	51,43	41,66	1,05	1,05	3,434	3,434	0,0031	0,0031	0,10	0,10	0,0629	0,0629	0,0094	0,0094	1,66	1,66	22,15	1,83
30-1	59,79	0,061	0,090	0,000	0,000	0,061	0,090	150	0,020	40,32	39,33	39,27	38,05	1,05	1,28	4,933	4,933	0,0105	0,0105	0,18	0,18	0,1083	0,1083	0,0162	0,0162	0,71	0,71	3,32	2,40
30-2	70,27	0,072	0,106	0,061	0,090	0,133	0,195	150	0,021	39,33	37,62	38,05	36,57	1,28	1,05	4,915	4,915	0,0103	0,0103	0,18	0,18	0,1077	0,1077	0,0162	0,0162	0,71	0,71	3,39	2,39
30-3	3,35	0,003	0,005	0,133	0,195	0,136	0,201	150	0,014	37,62	37,63	36,57	36,52	1,05	1,11	5,228	5,228	0,0127	0,0127	0,19	0,19	0,1181	0,1181	0,0177	0,0177	0,62	0,62	2,49	2,50
31-1	17,15	0,018	0,026	0,000	0,000	0,018	0,026	150	0,100	40,56	38,84	39,51	37,79	1,05	1,05	3,901	3,901	0,0047	0,0047	0,12	0,12	0,0761	0,0761	0,0114	0,0114	1,24	1,24	11,45	2,01
31-2	41,36	0,042	0,062	0,045	0,067	0,088	0,129	150	0,017	38,84	38,83	37,79	37,08	1,05	1,75	5,061	5,061	0,0114	0,0114	0,18	0,18	0,1125	0,1125	0,0169	0,0169	0,66	0,66	2,91	2,44
32-1	27,40	0,028	0,041	0,000	0,000	0,028	0,041	150	0,042	40,00	38,84	38,95	37,79	1,05	1,05	4,436	4,436	0,0073	0,0073	0,15	0,15	0,0923	0,0923	0,0138	0,0138	0,91	0,91	5,86	2,21
33-1	71,77	0,073	0,108	0,000	0,000	0,073	0,108	150	0,047	50,00	46,62	48,95	45,57	1,05	1,05	4,362	4,362	0,0069	0,0069	0,14	0,14	0,0900	0,0900	0,0135	0,0135	0,95	0,95	6,36	2,18
34-1	60,10	0,061	0,090	0,000	0,000	0,061	0,090	150	0,040	59,00	56,58	57,95	55,53	1,05	1,05	4,470	4,470	0,0075	0,0075	0,15	0,15	0,0934	0,0934	0,0140	0,0140	0,90	0,90	5,64	2,22
34-2	58,35	0,060	0,088	0,061	0,090	0,121	0,178	150	0,078	56,58	52,00	55,53	50,95	1,05	1,05	4,050	4,050	0,0054	0,0054	0,13	0,13	0,0805	0,0805	0,0121	0,0121	1,13	1,13	9,48	2,07
34-3	51,97	0,053	0,078	0,121	0,178	0,174	0,256	150	0,219	52,00	40,61	50,95	39,56	1,05	1,05	3,476	3,476	0,0032	0,0032	0,10	0,10	0,0640	0,0640	0,0096	0,0096	1,63	1,63	21,05	1,84
35-1	53,42	0,055	0,080	0,000	0,000	0,055	0,080	150	0,089	45,39	40,61	44,34	39,56	1,05	1,05	3,975	3,975	0,0050	0,0050	0,12	0,12	0,0783	0,0783	0,0117	0,0117	1,19	1,19	10,51	2,04
36-1	62,18	0,063	0,093	0,000	0,000	0,063	0,093	150	0,120	46,47	39,00	45,42	37,95	1,05	1,05	3,790	3,790	0,0043	0,0043	0,11	0,11	0,0729	0,0729	0,0109	0,0109	1,31	1,31	13,14	1,97
36-2	21,91	0,022	0,033	0,124	0,183	0,147	0,216	150	0,211	39,00	34,38	37,95	33,33	1,05	1,05	3,494	3,494	0,0033	0,0033	0,10	0,10	0,0645	0,0645	0,0097	0,0097	1,60	1,60	20,41	1,85
36-3	14,73	0,015	0,022	0,147	0,216	0,162	0,238	150	0,013	34,38	34,27	33,33	33,14	1,05	1,13	5,297	5,297	0,0132	0,0132	0,20	0,20	0,1205	0,1205	0,0181	0,0181	0,60	0,60	2,34	2,53
37-1	38,86	0,040	0,058	0,000	0,000	0,040	0,058	150	0,042	53,26	51,61	52,21	50,56	1,05	1,05	4,434	4,434	0,0073	0,0073	0,15	0,15	0,0923	0,0923	0,0138	0,0138	0,91	0,91	5,88	2,21
38-1	66,01	0,067	0,099	0,000	0,000	0,067	0,099	150	0,206	53,00	39,38	51,95	38,33	1,05	1,05	3,504	3,504	0,0033	0,0033	0,10	0,10	0,0648	0,0648	0,0097	0,0097	1,59	1,59	20,06	1,85
39-1	59,46	0,061	0,089	0,000	0,000	0,061	0,089	150	0,021	40,00	39,00	38,95	37,73	1,05	1,27	4,932	4,932	0,0105	0,0105	0,18	0,18	0,1082	0,1082	0,0162	0,0162	0,71	0,71	3,33	2,39
40-1	46,14	0,047	0,069	0,000	0,000	0,047	0,069	150	0,082	55,40	51,61	54,35	50,56	1,05	1,05	4,026	4,026	0,0052	0,0052	0,13	0,13	0,0798	0,0798	0,0120	0,0120	1,15	1,15	9,83	2,06
40-2	68,20	0,070	0,103	0,087	0,128	0,156	0,230	150	0,133	51,61	42,53	50,56	41,48	1,05	1,05	3,730	3,730	0,0041	0,0041	0,11	0,11	0,0712	0,0712	0,0107	0,0107	1,36	1,36	14,22	1,94
40-3	20,88	0,021	0,031	0,361	0,532	0,382	0,563	150	0,057	42,53	41,33	41,48	40,28	1,05	1,05	4,232	4,232	0,0063	0,0063	0,14	0,14	0,0860	0,0860	0,0129	0,0129	1,01	1,01	7,42	2,13
40-4	40,35	0,041	0,061	0,382	0,563	0,424	0,624	150	0,100	41,33	37,30	40,28	36,25	1,05	1,05	3,903	3,903	0,0047	0,0047	0,12	0,12	0,0762	0,0762	0,0114	0,0114	1,23	1,23	11,42	2,01
40-5	41,81	0,043	0,063	0,424	0,624	0,466	0,687	150	0,024	37,30	36,29	36,25	35,24	1,05	1,05	4,810	4,810	0,0097	0,0097	0,17	0,17	0,1043	0,1043	0,0156	0,0156	0,75	0,75	3,78	2,35
41-1	67,33	0,069	0,101	0,000	0,000	0,069	0,101	150	0,074	41,00	36,00	39,95	34,95	1,05	1,05	4,081	4,081	0,0055	0,0055	0,13	0,13	0,0815	0,0815	0,0122	0,0122	1,11	1,11	9,07	2,08
42-1	16,21	0,017	0,024	0,000	0,000	0,017	0,024	150	0,247	38,29	34,28	37,24	33,23	1,05	1,05	3,403	3,403	0,0030	0,0030	0,10	0,10	0,0620	0,0620	0,0093	0,0093	1,69	1,69	23,02	1,81
42-2	34,43	0,035	0,052	0,017	0,024	0,052	0,076	150	0,022	34,28	33,53	33,23	32,47	1,05	1,06	4,877	4,877	0,0101	0,0101	0,17	0,17	0,1064	0,1064	0,0160	0,0160	0,73	0,73	3,53	2,37
42-3	33,82	0,035	0,051	0,052	0,076	0,086	0,127	150	0,017	33,53	32,99	32,47	31,88	1,06	1,11	5,054	5,054	0,0114	0,0114	0,18	0,18	0,1123	0,1123	0,0168	0,0168	0,67	0,67	2,93	2,44

Trecho	Ext. (m)	Q do trecho (L/s)		Q mont. (L/s)		Q jus. (L/s)		DN (mm)	I trecho (m/m)	Cota do terreno (m)		Cota do fundo (m)		Prof. do coletor (m)		V / √I (m/s)		Q / √I (m³/s)		Lamina líquida (Y/D)		β		Rh (m)		Velocidade (m/s)		σ (MPa)	Vc (m/s)
-	-	inicial	final	inicial	final	inicial	final	-	-	mont.	jus.	mont.	jus.	mont.	jus.	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	-	-
43-1	65,81	0,067	0,099	0,000	0,000	0,067	0,099	150	0,020	32,84	32,08	31,79	30,50	1,05	1,58	4,966	4,966	0,0107	0,0107	0,18	0,18	0,1094	0,1094	0,0164	0,0164	0,69	0,69	3,21	2,41
43-2	25,82	0,026	0,039	0,086	0,126	0,112	0,165	150	0,015	32,08	32,81	30,33	29,93	1,75	2,88	5,152	5,152	0,0121	0,0121	0,19	0,19	0,1155	0,1155	0,0173	0,0173	0,64	0,64	2,67	2,47
43-3	32,22	0,033	0,048	0,112	0,165	0,145	0,213	150	0,014	32,81	32,99	29,93	29,49	2,88	3,50	5,253	5,253	0,0128	0,0128	0,20	0,20	0,1190	0,1190	0,0178	0,0178	0,61	0,61	2,43	2,51
44-1	18,15	0,019	0,027	0,000	0,000	0,019	0,027	150	0,036	32,03	32,08	30,98	30,33	1,05	1,75	4,541	4,541	0,0079	0,0079	0,15	0,15	0,0956	0,0956	0,0143	0,0143	0,86	0,86	5,14	2,25
45-1	24,20	0,025	0,036	0,000	0,000	0,025	0,036	150	0,073	37,70	35,94	36,65	34,89	1,05	1,05	4,093	4,093	0,0056	0,0056	0,13	0,13	0,0818	0,0818	0,0123	0,0123	1,10	1,10	8,93	2,08
46-1	39,75	0,041	0,060	0,000	0,000	0,041	0,060	150	0,094	46,00	42,25	44,95	41,20	1,05	1,05	3,940	3,940	0,0049	0,0049	0,12	0,12	0,0773	0,0773	0,0116	0,0116	1,21	1,21	10,94	2,02
46-2	10,70	0,011	0,016	0,041	0,060	0,052	0,076	150	0,044	42,25	41,78	41,20	40,73	1,05	1,05	4,410	4,410	0,0072	0,0072	0,15	0,15	0,0915	0,0915	0,0137	0,0137	0,92	0,92	6,03	2,20
46-3	60,56	0,062	0,091	0,052	0,076	0,113	0,167	150	0,098	41,78	35,83	40,73	34,78	1,05	1,05	3,914	3,914	0,0048	0,0048	0,12	0,12	0,0765	0,0765	0,0115	0,0115	1,23	1,23	11,28	2,01
47-1	59,60	0,061	0,090	0,000	0,000	0,061	0,090	150	0,073	40,20	35,83	39,15	34,78	1,05	1,05	4,088	4,088	0,0055	0,0055	0,13	0,13	0,0817	0,0817	0,0123	0,0123	1,11	1,11	8,98	2,08
47-2	12,86	0,013	0,019	0,061	0,090	0,074	0,109	150	0,059	35,83	35,07	34,78	34,02	1,05	1,05	4,215	4,215	0,0062	0,0062	0,14	0,14	0,0855	0,0855	0,0128	0,0128	1,02	1,02	7,58	2,13
48-1	16,43	0,017	0,025	0,000	0,000	0,017	0,025	150	0,038	41,22	40,60	40,17	39,55	1,05	1,05	4,509	4,509	0,0077	0,0077	0,15	0,15	0,0946	0,0946	0,0142	0,0142	0,88	0,88	5,36	2,24
49-1	15,55	0,016	0,023	0,000	0,000	0,016	0,023	150	0,047	83,35	82,62	82,30	81,57	1,05	1,05	4,364	4,364	0,0069	0,0069	0,14	0,14	0,0901	0,0901	0,0135	0,0135	0,95	0,95	6,34	2,18
50-1	51,12	0,052	0,077	0,000	0,000	0,052	0,077	150	0,081	63,61	59,45	62,56	58,40	1,05	1,05	4,031	4,031	0,0053	0,0053	0,13	0,13	0,0800	0,0800	0,0120	0,0120	1,15	1,15	9,76	2,06
51-1	31,91	0,033	0,048	0,000	0,000	0,033	0,048	150	0,037	41,27	40,08	40,22	39,03	1,05	1,05	4,516	4,516	0,0078	0,0078	0,15	0,15	0,0948	0,0948	0,0142	0,0142	0,87	0,87	5,31	2,24
52-1	47,35	0,048	0,071	0,156	0,230	0,205	0,301	150	0,087	46,67	42,53	45,62	41,48	1,05	1,05	3,991	3,991	0,0051	0,0051	0,12	0,12	0,0788	0,0788	0,0118	0,0118	1,18	1,18	10,33	2,04



LEGENDA GERAL:



A - Indicação do poço de visita	G - Profundidade de chegada do coletor / altura da queda livre em relação ao fundo do poço de visita, (no trecho onde não houver qualquer indicação a profundidade de chegada é igual à de saída no poço de visita).
B - Cota do terreno (m)	
C - Cota do fundo (m)	
D - Profundidade do elemento (m)	H - Profundidade de chegada do coletor / altura do tubo de queda em relação ao fundo do poço de visita, (no trecho onde não houver qualquer indicação a profundidade de chegada é igual à de saída no poço de visita).
E - Declividade do trecho (m/100)	
F - Extensão/material e diâmetro do trecho, quando apresentando apenas um número, esse será a extensão o material PVC e o diâmetro omitido, será então DN100.	

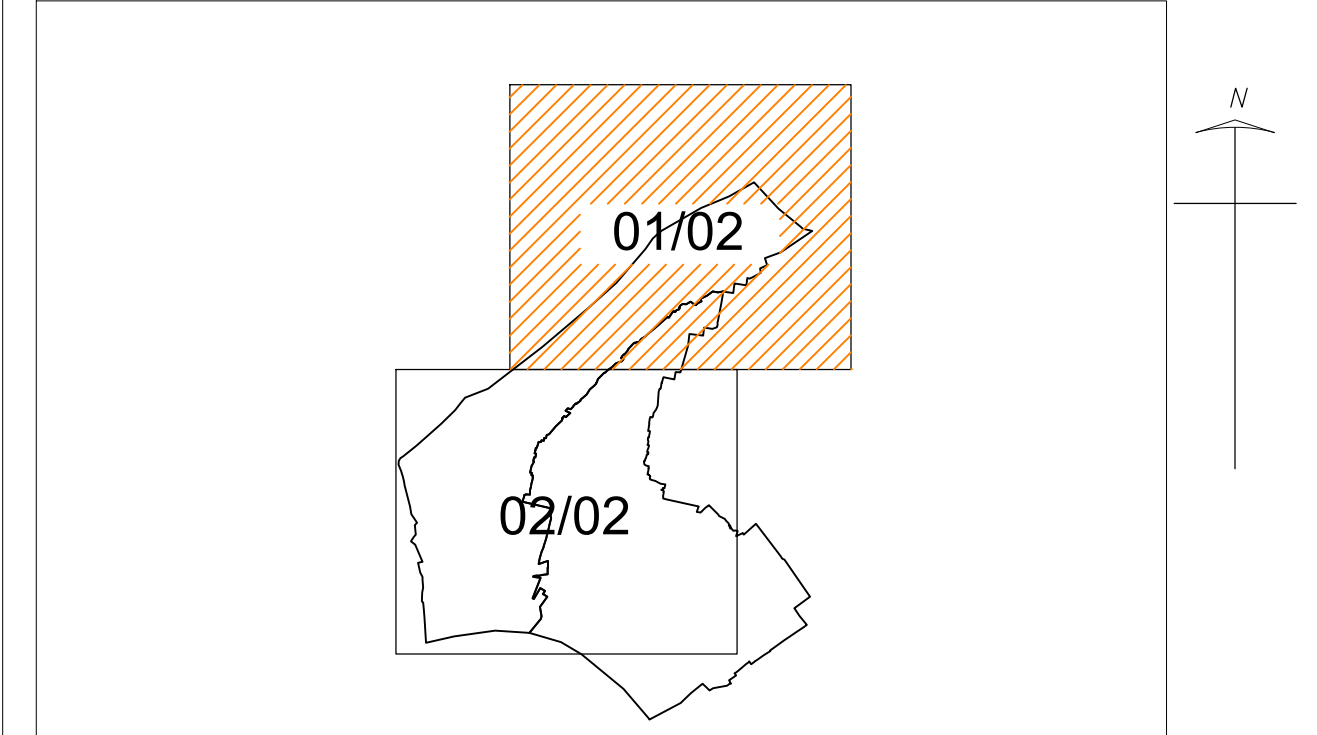
NOTAS:

- 1 - DIMENSÕES E COTAS TOPOGRÁFICAS EM METRO, DIÂMETROS EM MILÍMETRO, EXCETO ONDE SE ENCONTRA OUTRA INDICAÇÃO.
- 2 - COORDENADAS EM UTM.
- 3 - REDES EXISTENTES EM PVC OCRE PARA ESGOTO, EXCETO NOS LOCAIS INDICADO.
- 4- A SUB-BACIA B CONTÉM APENAS O TRAÇADO DA REDE COLETORA SEM INDICAÇÃO DE POÇOS E INFORMAÇÕES DE TRECHOS.

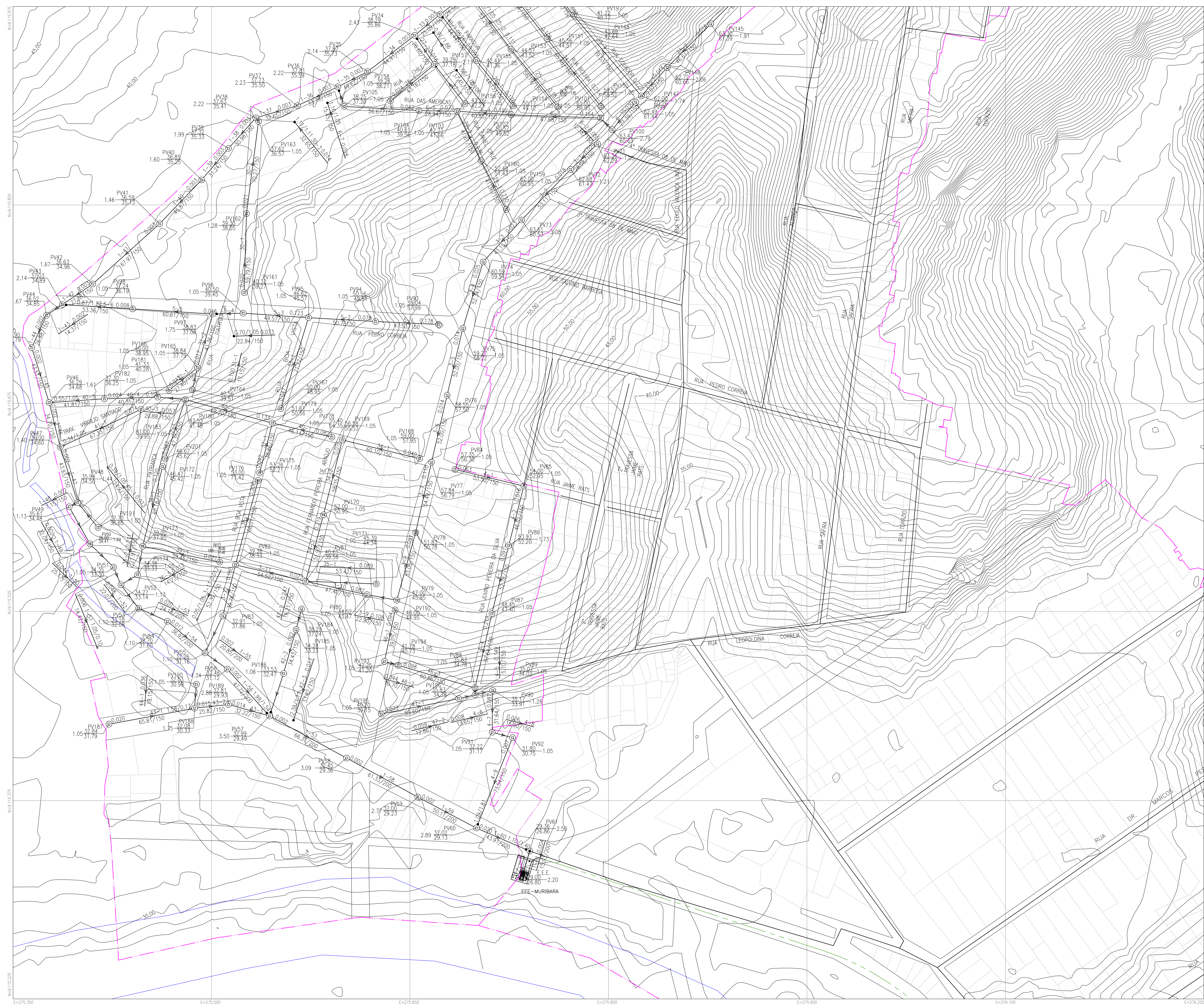
LOCALIZAÇÃO COM MALHAS DE SETORES CENSITÁRIOS:



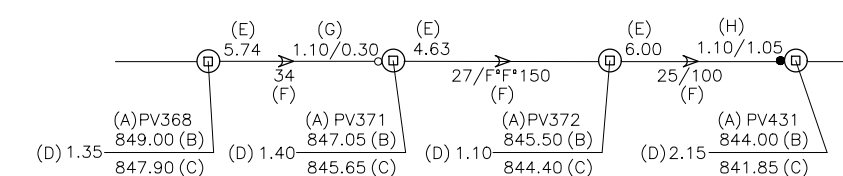
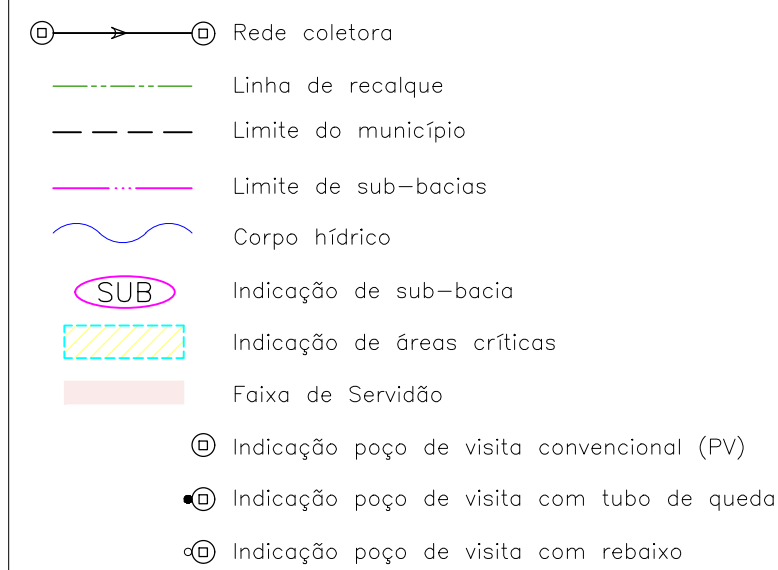
PLANTA CHAVE:



0A	EMISSÃO INICIAL		27/07/2017	EDUARDO WEVERTON	ANTÔNIO ROBERTO	PAULO TADEU
REV.	DESCRIÇÃO		DATA	EXEC.		APROV.
		TÍTULO: PROJETO -BÁSICO- SES SÃO LOURENÇA DA MATA SUBTÍTULO: REDE COLETORA DE ESGOTO - SUB-BACIA A				
ESCALA: 1: 500		BACIA / SUB-BACIA: A		CIDADE: SÃO LOURENÇA DA MATA		FORMATO: A1
ALUNOS: EDUARDO CALVÃO CARNEIRO LEÃO WEVERTON EDUARDO DA SILVA		BANCA EXAMINADORA: ANTÔNIO GUSTAVO DOS SANTOS NETO JOSE ROBERTO SANTO DE CARVALHO			ORIENTADOR: PAULO TADEU RIBEIRO DE GUSMÃO	
DATA DE APRESENTAÇÃO: 27/07/2017		CÓDIGO: PB-DE-SLM-RCE-BACIA-A-001		FOLHA: 01/02		



LEGENDA GERAL:



A –Indicação do poço de visita

B – Cota do terreno (m)

C – Cota do fundo (m)

D – Profundidade do elemento (m)

E – Declividade do trecho (m/100)

F – Extensão/material e diâmetro do trecho

quando apresentando apenas um número, esse será a extensão o material PVC e o diâmetro omitido, será então DN100.

G - Profundidade de chegada do coletor / altura da queda livre em relação ao fundo do poço de visita, (no trecho onde não houver qualquer indicação a profundidade de chegada é igual à de saída no poço de visita).

H - Profundidade de chegada do coletor / altura do tubo de queda em relação ao fundo do poço de visita, (no trecho onde não houver qualquer indicação a profundidade de chegada é igual à de saída no poço de visita).

NOTAS:

1 - DIMENSÕES E COTAS TOPOGRÁFICAS EM METRO, DIÂMETROS EM MILÍMETRO, EXCETO ONDE SE ENCONTRA OUTRA INDICAÇÃO

2 - COORDENADAS EM UTM.

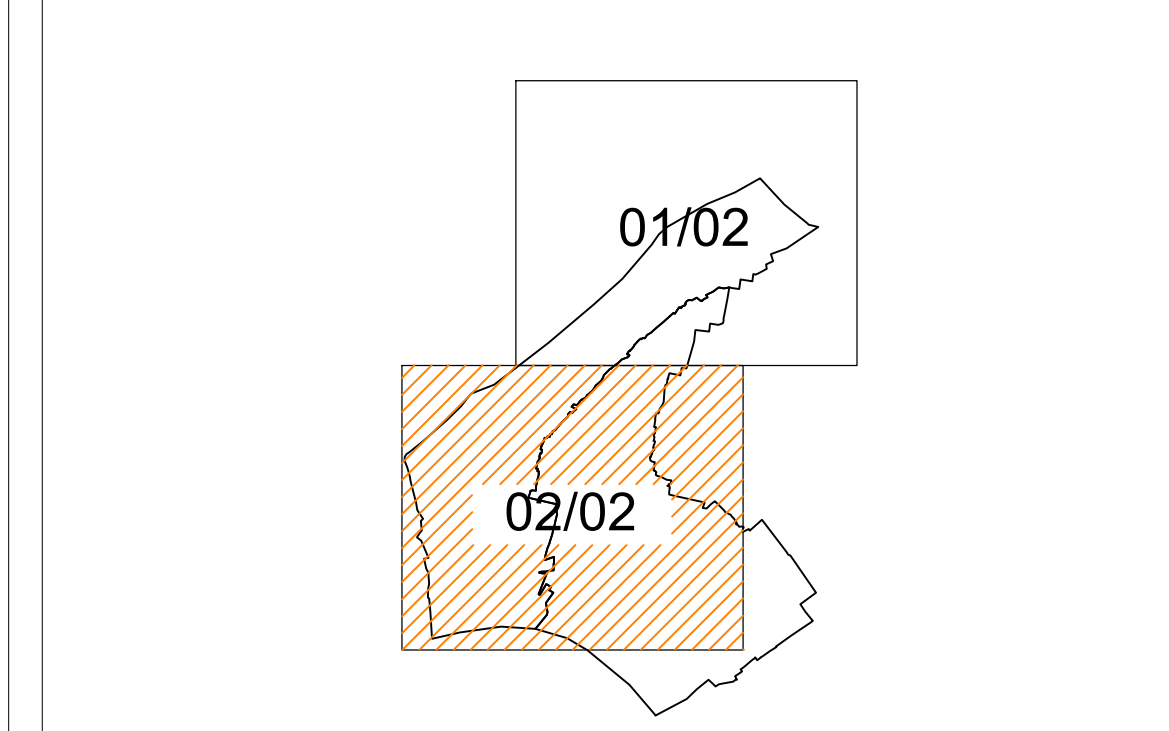
3 - REDES EXISTENTES EM PVC OCRE PARA ESGOTO, EXCETO NOS LOCAIS INDICADO.

4- A SUB-BACIA B CONTÉM APENAS O TRACADO DA REDE COLETORA SEM INDICAÇÃO DE POCOS E INFORMAÇÕES DE TRECHOS

LOCALIZAÇÃO COM MALHAS DE SETORES CENSITÁRIOS.

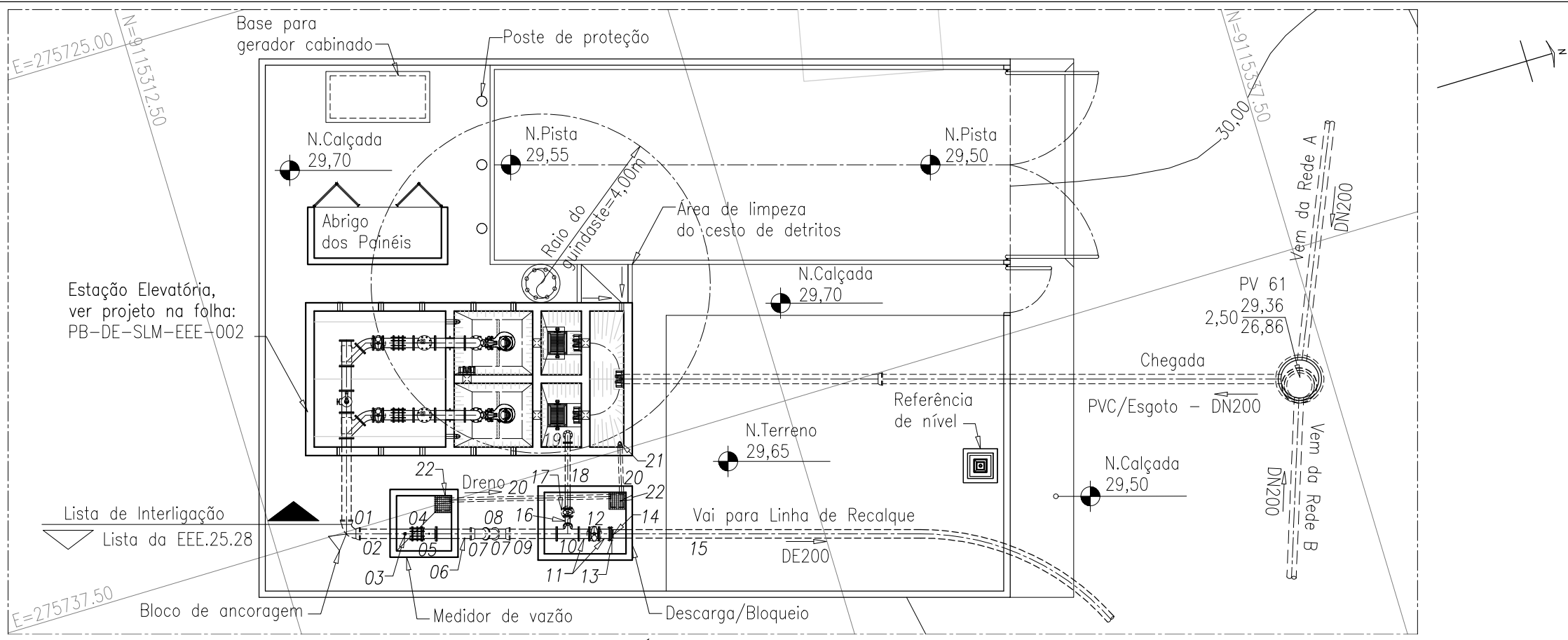


PLANTA CHAVE:

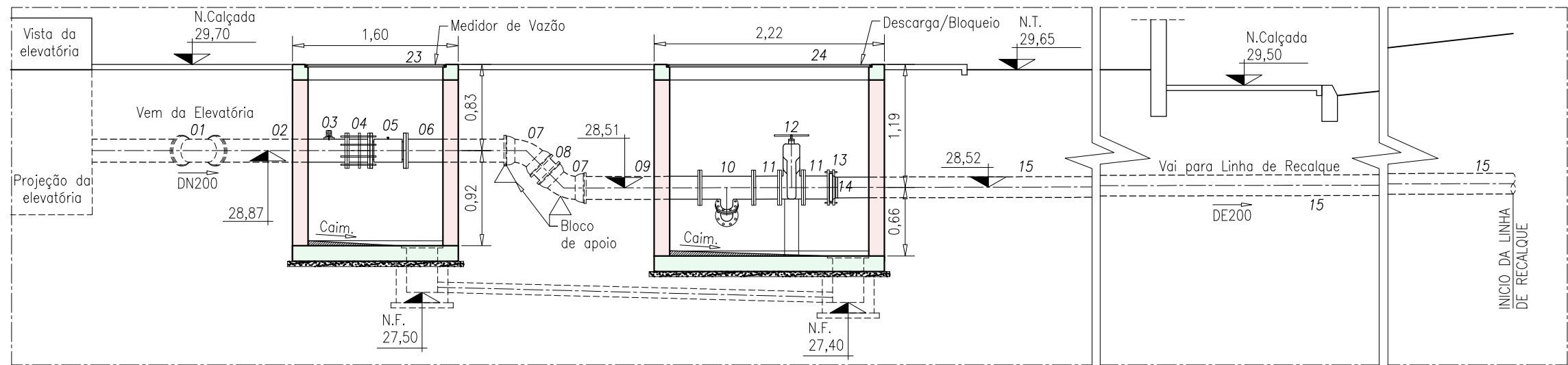


0A	MISSÃO INICIAL	27/07/2017	EDUARDO WERTERTON	ANTÔNIO ROBERTO	PAULO TADEU
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	APROV.	
		TÍTULO: PROJETO -BÁSICO- SES SÃO LOURENÇO DA MATA SUBTÍTULO: REDE COLETORA DE ESGOTO - SUB-BACIA A			
ESCALA: 1: 500		BACIA / SUB-BACIA: A	CIDADE: SÃO LOURENÇO DA MATA	FORMATO: A1	
ALUNOS: EDUARDO GALVÃO CARNEIRO LEÃO WEGEN EDUARDO DA SILVA DATA DE APRESENTAÇÃO: 27/07/2017		BANCA EXAMINADORA: ANTÔNIO GUSTAVO DOS SANTOS NETO JOSE ROBERTO SANTO DE CARVALHO CÓDIGO: PB-DE-SLM-RCE-BACIA-A-002		ORIENTADOR: PAULO TADEU RIBEIRO DE GUSMÃO	
					FOLHA: 02/02

APÊNDICE B – Projetos da EEE, linha de recalque, travessia e ETE.



ARRANJO HIDRÁULICO – ESC.: 1:125



PERFIL DO RECALQUE – ESC.: 1:50

13	Flange solto com junta de vedação em borracha, DN200, esp. 1/8"	Aço SAE 1020	pç	01	–
12	Válvula com flanges, volante, cunha de borracha, PN–10, DN200	F'Dúctil	pç	01	–
11	Toco com flanges, PN–10, DN200, L=0,25m	F'Dúctil	pç	02	Conf. NBR 15420
10	Tê de redução com flanges, PN–10, DN200xDN100	F'Dúctil	pç	01	Conf. NBR 15420
09	Tubo com flange e ponta, Classe K–9, PN–10, DN200, L=1,20m	F'Dúctil	pç	01	Conf. NBR 15420
08	Tubo com pontas, Classe K–7, DN200	F'Dúctil	m	0,30	Conf. NBR 15420
07	Curva 45° com bolsas, JGS, DN200	F'Dúctil	pç	02	Conf. NBR 15420
06	Tubo com flange e ponta, Classe K–9, PN–10, DN200, L=0,90m	F'Dúctil	pç	01	Conf. NBR 15420
05	Medidor de vazão, tipo Eletromagnético, PN–10, DN200	–	pç	01	–
04	Junta de desmontagem travada axialmente com tirantes, PN–10, DN200	–	pç	01	–
03	Tap 3/4"	–	pç	01	–
02	Tubo com flange e ponta, Classe K–9, PN–10, DN200, L=1,33m	F'Dúctil	pç	02	Conf. NBR 15420, com furo roscado ø3/4"
01	Curva 90° com bolsas, JGS, DN200	F'Dúctil	pç	01	Conf. NBR 15420
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	UNID.	QTD.	OBSERVAÇÃO

LISTA DE MATERIAIS DO ARRANJO HIDRÁULICO

*	Parafusos para montagem do flange de transição PEAD/F'Dúctil, PN–10, DN200	Aço Galv.	pç	08	–
*	Parafusos para flange, PN10, DN200	Aço Galv.	pç	40	–
*	Parafusos para flange, PN10, DN100	Aço Galv.	pç	40	–
*	Arruela para flange, PN10, DN200	Borracha	pç	08	–
*	Arruela para flange, PN10, DN100	Borracha	pç	05	–
24	Tampa tipo 02, 197x75cm	Fibra de vidro	pç	02	Resistência 300kgf/m² (Descarga/Bloqueio)
23	Tampa tipo 01, 135x67cm	Fibra de vidro	pç	02	Resistência 300kgf/m² (Medidor de Vazão)
22	Grelha 0,40 x 0,40m	PRFV	un	02	–
21	Válvula de retenção de esgoto ponteira, DN100	PVC/Esgoto	pç	01	–
20	Tubo com pontas, JE, DN100	PVC/Esgoto	m	5,00	Conf. NBR 7362–1
19	Curva 90° com flanges, PN–10, DN100	F'Dúctil	pç	01	Conf. NBR 15420
18	Tubo com flanges, Classe K–9, PN–10, DN100, L=1,55m	F'Dúctil	pç	01	Conf. NBR 15420
17	Válvula com flanges, volante, cunha de borracha, PN–10, DN100	F'Dúctil	pç	01	Conf. NBR 15420
16	Curva 45° com flanges, PN–10, DN100	F'Dúctil	pç	01	Conf. NBR 15420
15	Tubo com ponta para solda, PE100, SDR 17, PN–10, DE200	PEAD	m	18,00	Conf. NBR 15561
14	Colarinho para Flange, PN10, DE200	PEAD	pç	01	Conf. DIN 16963
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	UNID.	QTD.	OBSERVAÇÃO

LISTA DE MATERIAIS DO ARRANJO HIDRÁULICO

LEGENDA:

CONCRETO

ALVENARIA

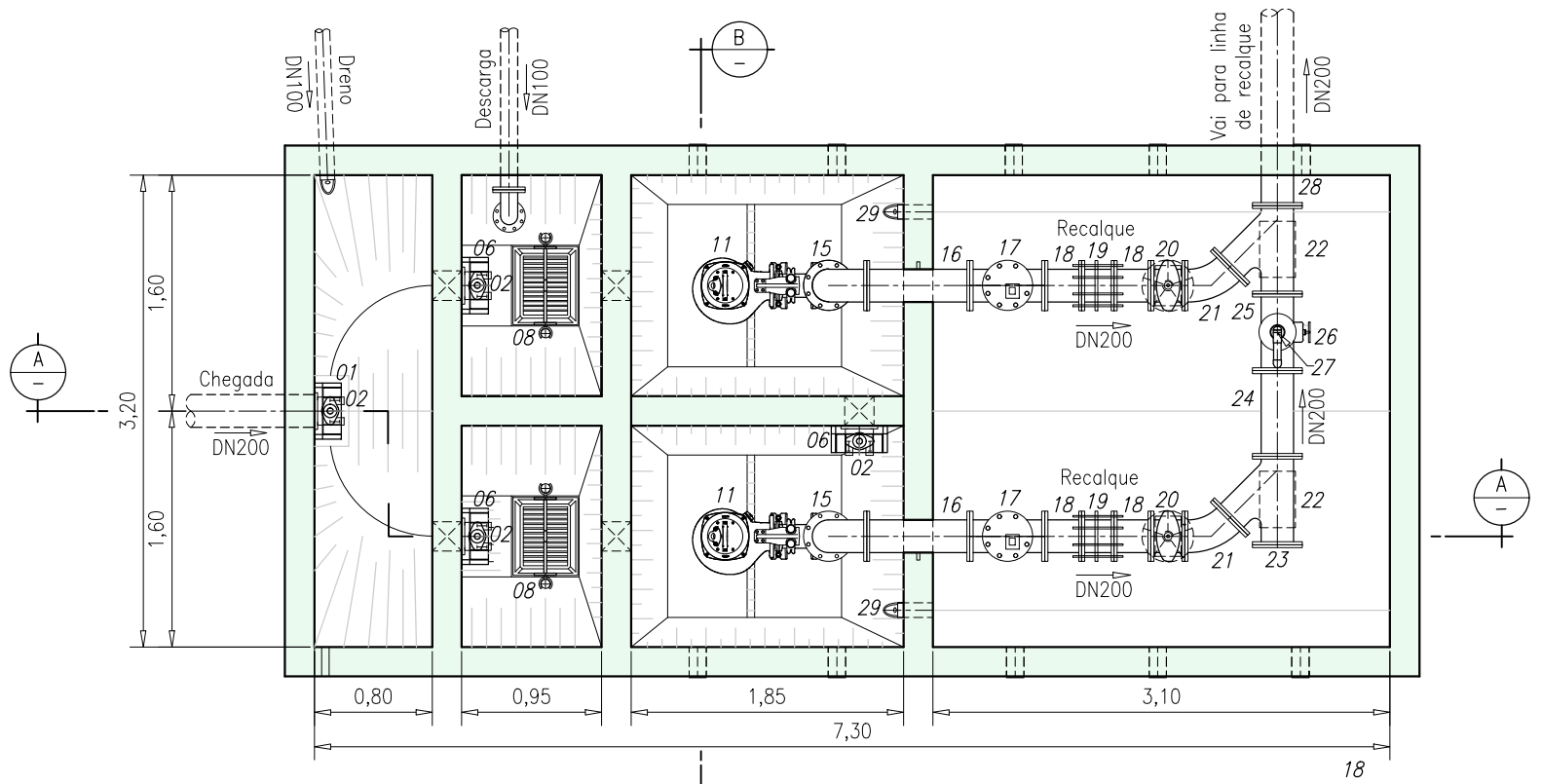
ENCHIMENTO

NOTAS:

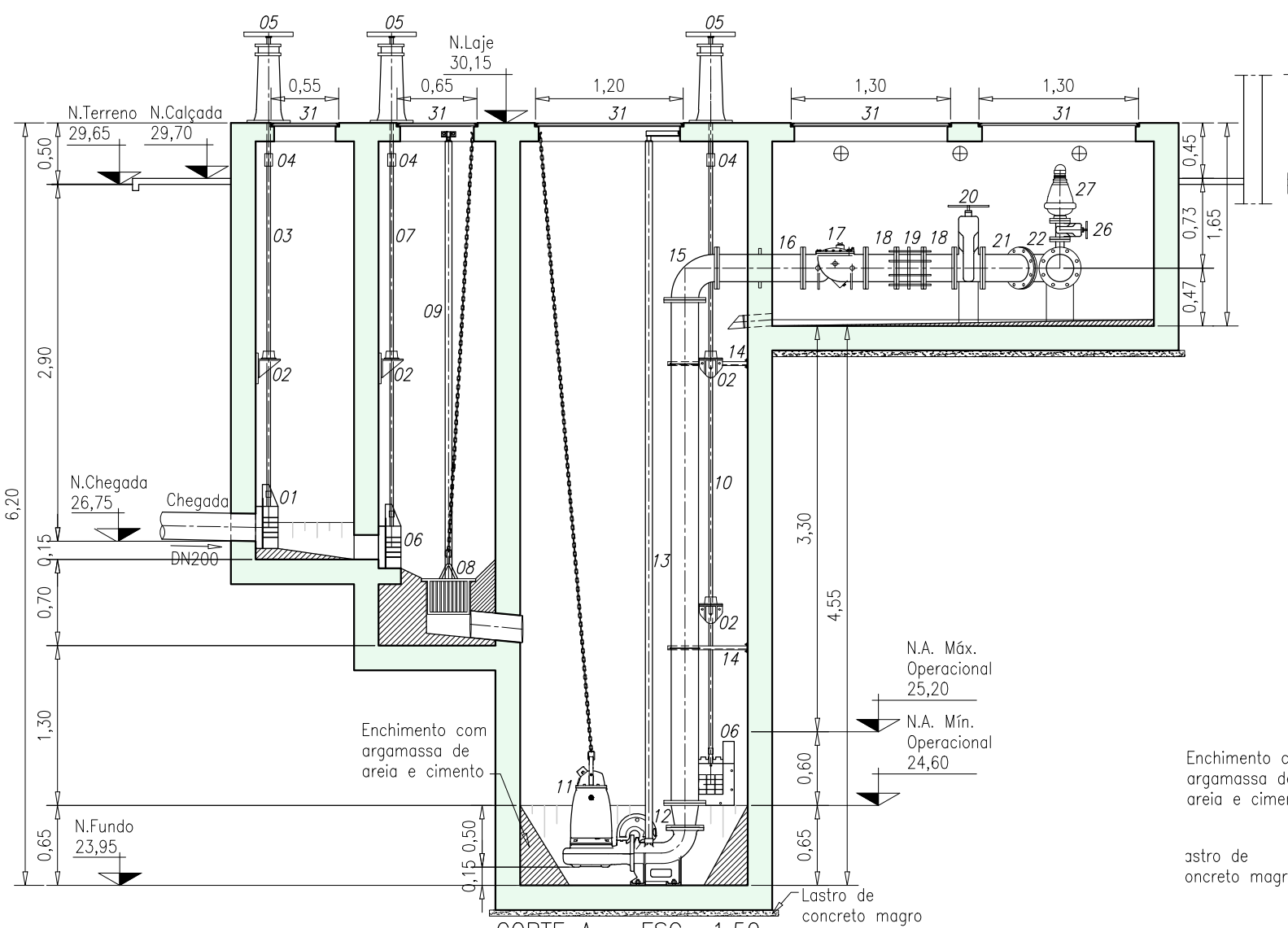
1 - DIMENSÕES E COTAS TOPOGRÁFICAS EM METRO, DIÂMETROS EM MILÍMETRO, EXCETO ONDE SE ENCONTRA OUTRA INDICAÇÃO.

2 - TODAS AS TUBULAÇÕES, PEÇAS E EQUIPAMENTOS DEVERÃO SER APROPRIADOS PARA USO COM ESGOTO SANITÁRIO.

00	EMIÇÃO INICIAL	27/07/2017	EDUARDO WEVERTTON	ANTÔNIO ROBERTO	PAULO TADEU		
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXECUÇÃO	APROVAÇÃO			
		TÍTULO:					
		PROJETO-BÁSICO- SES SÃO LOURENÇO DA MATA					
		SUBTÍTULO:					
		ARRANJO HIDRÁULICO DA EEE-MURIBARA					
		CIDADE:		FORMATO:			
		SÃO LOURENÇO DA MATA		A3			
ESCALA:		ORIENTADOR:					
1:50 / 1:125		PAULO TADEU RIBEIRO DE GUSMÃO					
ALUNOS:		BANCA EXAMINADORA					
EDUARDO GALVÃO CARNEIRO LEÃO WEVERTTON EDUARDO DA SILVA		ANTÔNIO GUSTAVO DOS SANTOS NETO JOSÉ ROBERTO SANTOS DE CARVALHO					
DATA DE APRESENTAÇÃO:		CÓDIGO:		FOLHA:			
27/07/2017		PB-DE-SLM-EEE-002		01/02			



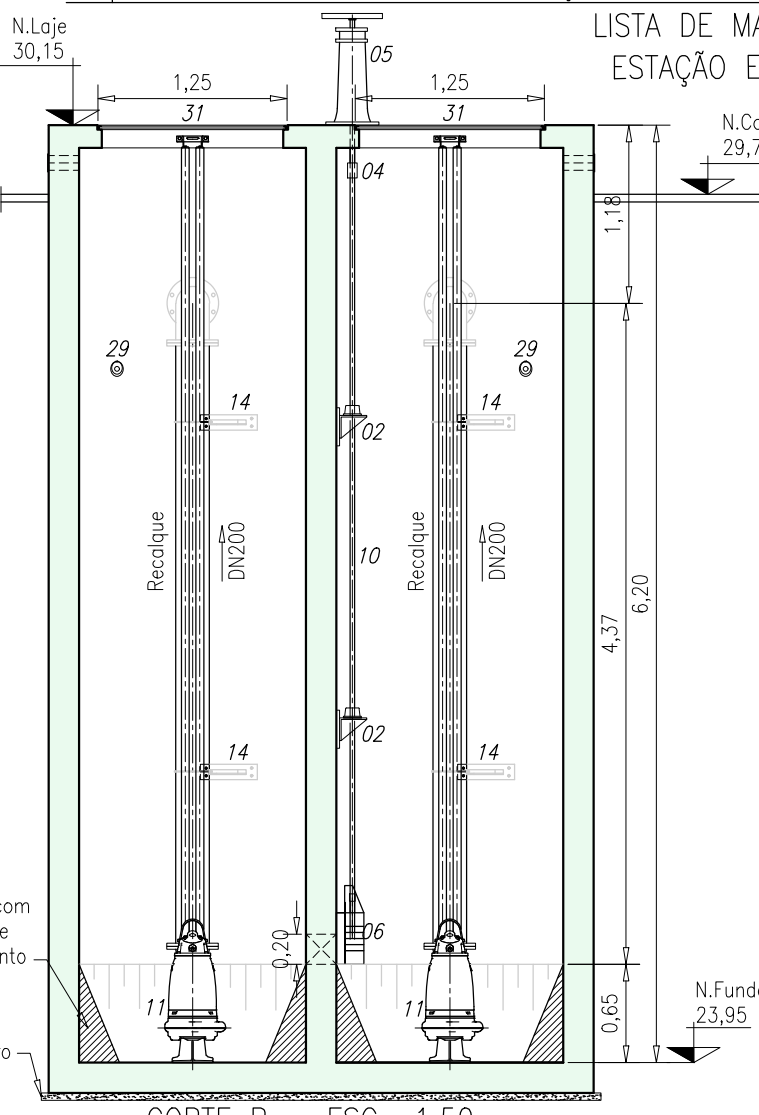
PLANTA BAIXA – ESC.: 1:50



CORTE A – ESC.: 1:50

* Parafusos para flange, PN10, DN50 (x8) / DN200 (x168)	Aço Galvanizado	PÇ	176	Acessórios
* Arruela para flange, PN10, DN50 (x2) / DN200 (x25)	Borracha	PÇ	27	Acessórios
31 Tampa, 125x130cm (x6) / 125x120cm (x2) / 125x65cm (x2) / 55x55cm (x2)	Fibra de vidro	PÇ	12	Resist. 300kgf/m²
30 Guindaste giratório de coluna, R4,00m e trole capacidade 600Kg	—	cj	01	—
29 Válvula de retenção de esgoto ponteira, DN100	PVC/Esgoto	PÇ	02	—
28 Tubo com flange e ponta, Classe k-9, PN-10, DN200, L=2,03m	F'Dúctil	PÇ	01	Conf. NBR15420
27 Ventosa para esgoto triplice função, PN-10, DN50	—	PÇ	01	—
26 Válvula com flanges, volante e cunha de borracha, PN-10, DN50	—	PÇ	01	—
25 Tê com flanges, PN-10, DN200xDN50	F'Dúctil	PÇ	01	Conf. NBR15420
24 Tubo com flanges, Classe k-9, PN10, DN200, L=0,58m	F'Dúctil	PÇ	01	Conf. NBR15420
23 Flange cego, DN200	F'Dúctil	PÇ	01	Conf. NBR15420
22 Junção 45° com flanges, PN-10, DN200	F'Dúctil	PÇ	02	Conf. NBR15420
21 Curva 45° com flanges, PN-10, DN200	F'Dúctil	PÇ	02	Conf. NBR15420
20 Válvula com flanges, volante e cunha de borracha, PN-10, DN200	—	PÇ	02	—
19 Junta de desmontagem travada axialmente com tirantes, PN-10, DN200	—	un	02	Conf. NBR 7675
18 Toco com flanges, PN-10, DN200, L=0,25m	F'Dúctil	PÇ	02	Conf. NBR15420
17 Válvula de retenção para esgoto tipo portinhola única com flanges, PN-10, DN200	—	PÇ	02	Conf. NTC – 051
16 Toco com flanges e abas de vedação, PN10, DN200	F'Dúctil	PÇ	02	Conf. NBR15420
15 Curva 90° com flanges, PN-10, DN200	F'Dúctil	PÇ	02	Conf. NBR15420
14 Suporte da tubulação	Aço Inox	PÇ	04	—
13 Tubo com flanges, Classe k-9, PN10, DN200, L=3,74m	F'Dúctil	PÇ	02	Conf. NBR15420
12 Peça de transição, DN200xDN recalque da bomba L=0,20m	ASTMA 120, DIM2440, SCHEDULE 40	PÇ	02	—
11 Conjunto Motorbomba, submersível, Q=22,3 l/s AMTmáx.=18,5mca	—	cj	02	—
10 Haste de prolongamento com duas roscas, DN1 1/8", L=4,83m	Aço	PÇ	01	—
09 Guia do cesto coletor de detritos, L=,356	—	un	02	—
08 Cesto coletor de detritos com alça para içamento	Aço inox, AISI 304	un	02	—
07 Haste de prolongamento com duas roscas, DN1 1/8", L=2,90m	Aço	PÇ	02	—
06 Comporta de sentido duplo de fluxo com passagem quadrada, DN200	F'Dúctil	un	03	—
05 Pedestal de suspensão, para comporta DN200	F'Dúctil	PÇ	04	—
04 Luva para haste de prolongamento, DN1 1/8"	—	un	04	—
03 Haste de prolongamento com duas roscas, DN1 1/8", L=2,74m	Aço	PÇ	01	—
02 Mancal intermediário para haste, DN1 1/8"	—	un	05	—
01 Comporta de sentido duplo de fluxo com passagem redonda, DN200	F'Dúctil	un	01	—
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	UNID.	QTD.
				OBSERVAÇÃO

LISTA DE MATERIAIS DA
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA



CORTE B – ESC.: 1:50

NOTAS:
1 - DIMENSÕES E COTAS TOPOGRÁFICAS EM METRO, DIÂMETROS EM MILÍMETRO, EXCETO ONDE SE ENCONTRA OUTRA INDICAÇÃO.

00	EMIÇÃO INICIAL	27/07/2017	EDUARDO WEVERTON	ANTÔNIO ROBERTO	PAULO TADEU
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXECUÇÃO	APROVAÇÃO	

TÍTULO:
PROJETO-BÁSICO- SES
SÃO LOURENÇO DA MATA

SUBTÍTULO:
ARRANJO HIDRÁULICO
DA EEE-MURIBARA

CIDADE:
SÃO LOURENÇO DA MATA

FORMATO:
A3

ESCALA:
1:50

ORIENTADOR:
PAULO TADEU RIBEIRO DE GUSMÃO

ALUNOS:
EDUARDO GALVÃO CARNEIRO LEÃO
WEVERTTON EDUARDO DA SILVA

BANCA EXAMINADORA
ANTÔNIO GUSTAVO DOS SANTOS NETO
JOSÉ ROBERTO SANTOS DE CARVALHO

DATA DE APRESENTAÇÃO:
27/07/2017

CÓDIGO:
PB-DE-SLM-EEE-002

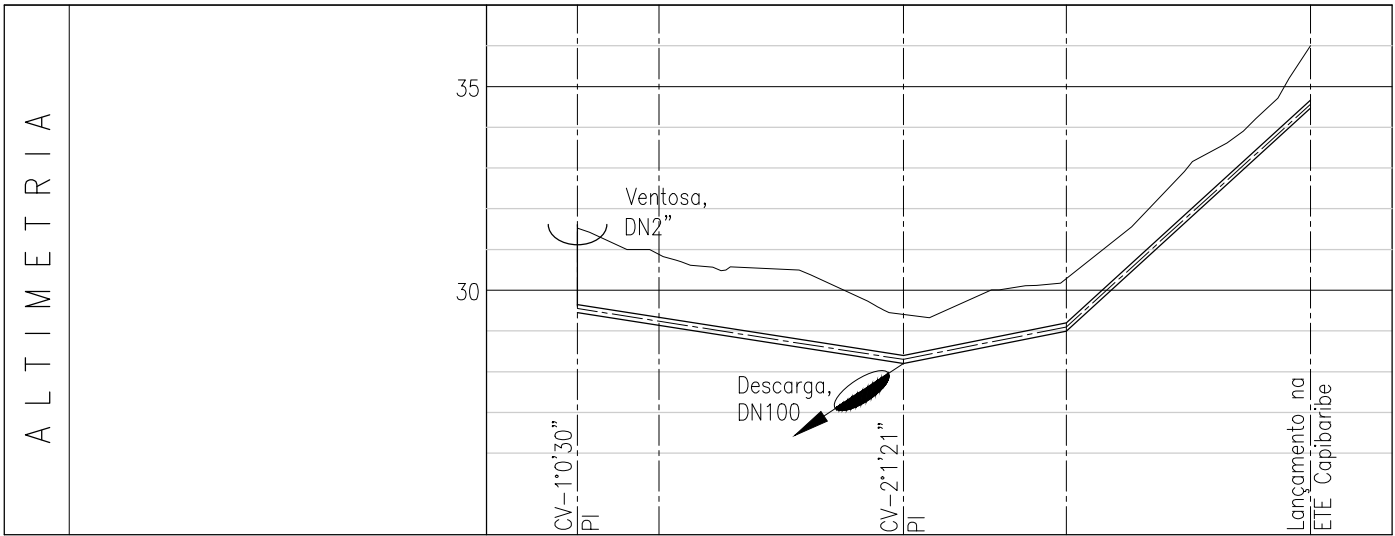
FOLHA:
02/02



CURVA 5	ESTACA	N	E	-	-
PCD	32 + 16,70	9115129.18	276292.59	AC	90°0'0"

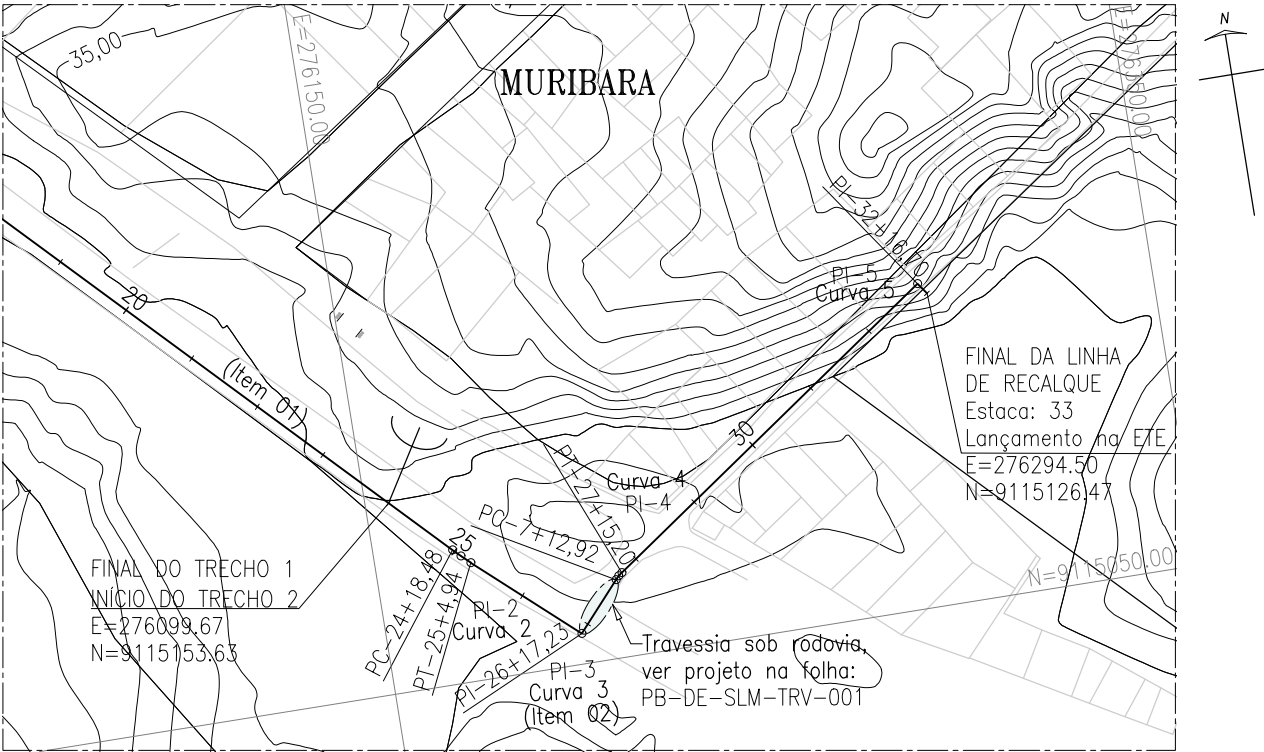


TÍTULO:	
PROJETO -BÁSICO- SES SÃO LOURENÇO DA MATA	
SUBTÍTULO:	
LINHA DE RECALQUE DA EEE-MURIBARA	
CIDADE:	FORMATO:
SÃO LOURENÇO DA MATA	A3



Estaca	24	25	28	30	33
Cota do terreno (m)	31,52		29,40	30,26	36,00
Cota da geratriz inferior do tubo (m)	29,45		28,20	28,99	34,47
Profundidade da geratriz inferior do tubo (m)	2,07		1,20	1,27	1,53
Declividade do trecho (%)		1,56	1,97	9,13	
Extensão (m) : do trecho / Acumulada		80,00 / 560,00	40,00/600,00	60,00/660,00	
Material / Diâmetro (mm)					

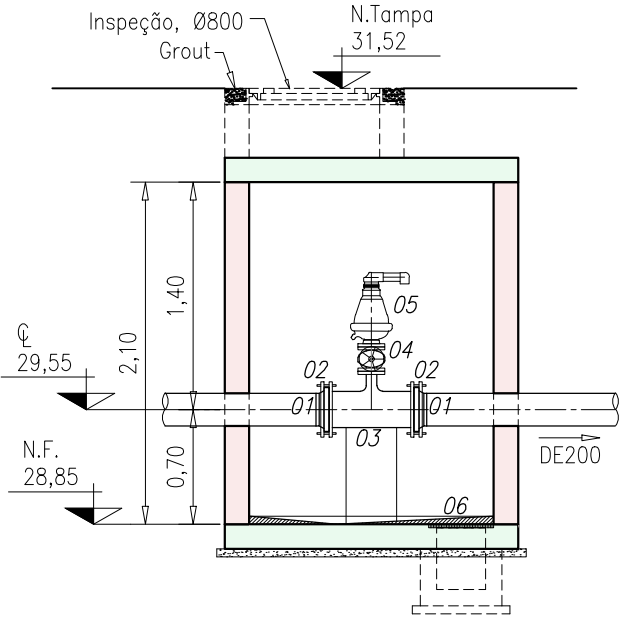
PERFIL – ESC.: H – 1:2000
V – 1:200



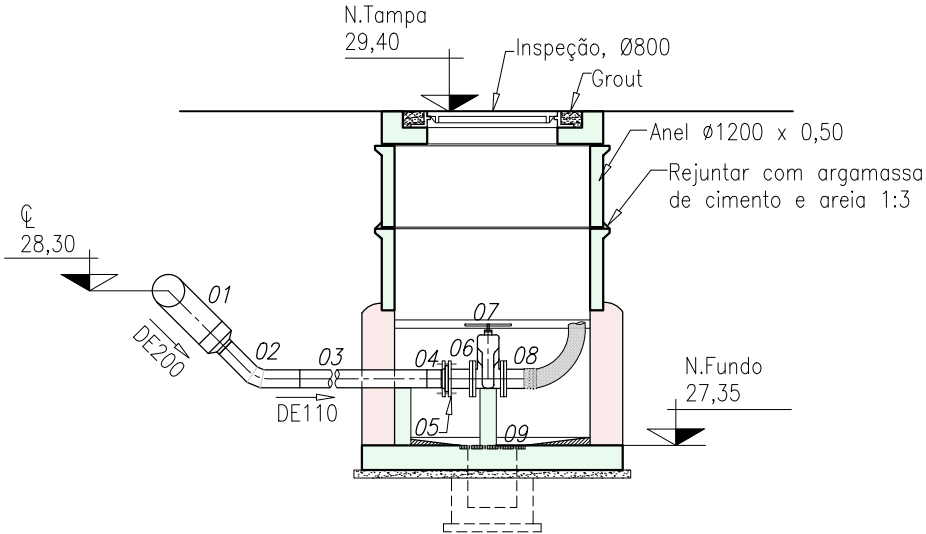
PLANTA DA LINHA DE RECALQUE – ESC.: 1:2000

02	Curva 90°, com união por termofusão, DE200	PEAD	un	02	Conf. DIN 16963
01	Tubo com ponta para solda, PE100, SDR 17, PN-10 DE200	PEAD	m	660	Conf. NBR 15561
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	UNID.	QTD.	OBSERVAÇÃO

LISTA DE MATERIAIS DA LINHA DE RECALQUE



DETALHE DA VENTOSA TÍPICA– ESC.: 1:50



DETALHE DA DESCARGA TÍPICA– ESC.: 1:50

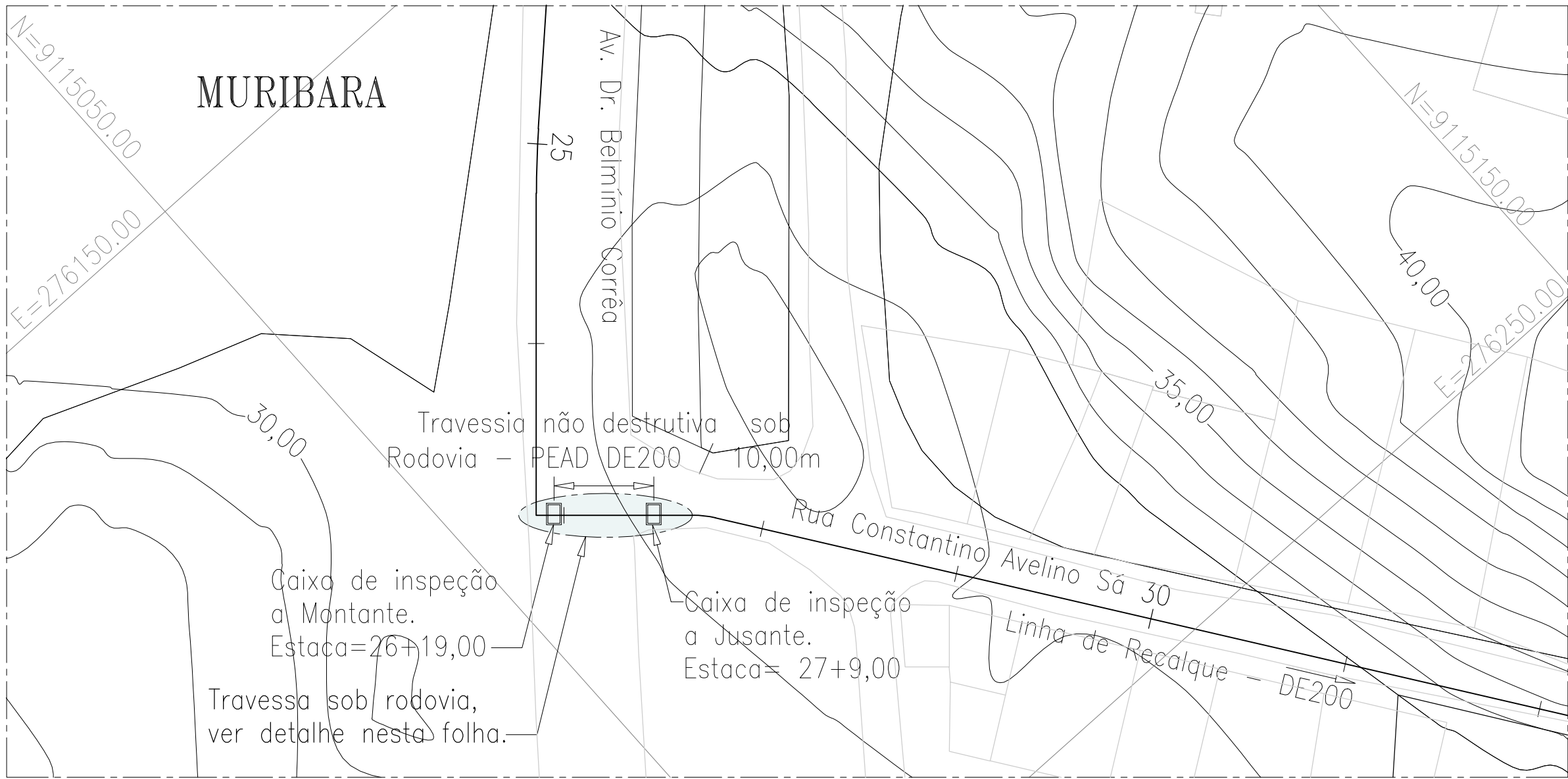
*	Parafusos para montagem do flange de transição PEAD/F"Dúctil, PN-10, DN200	Aço Galvanizado	pç	16	–
*	Parafusos para flange, PN-10, DN50	Aço Galvanizado	pç	08	–
*	Arruelas para flanges PN-10, DN200	Borracha	pç	02	–
*	Arruelas para flanges PN-10, DN50	Borracha	pç	02	–
V06	Grelha 0,40x0,40m	PRFV	pç	01	–
V05	Ventosa para esgoto triplice função, PN-10, DN50	–	pç	01	–
V04	Válvula com flanges, volante e cunha de borracha, PN-10, DN50	–	pç	01	–
V03	Tê de redução com flanges, PN-10, DN200xDN50	F"Dúctil	pç	01	Conf. NBR 15420
V02	Colarinho para flange, PN10, DE200	PEAD	pç	02	Conf. DIN 16963
V01	Flange solto com junta de vedação em borracha, DN200, esp.1/8"	Aço SAE 1020	pç	02	–
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	UNID.	QTD.	OBSERVAÇÃO

LISTA DE MATERIAIS DA CAIXA DA VENTOSA

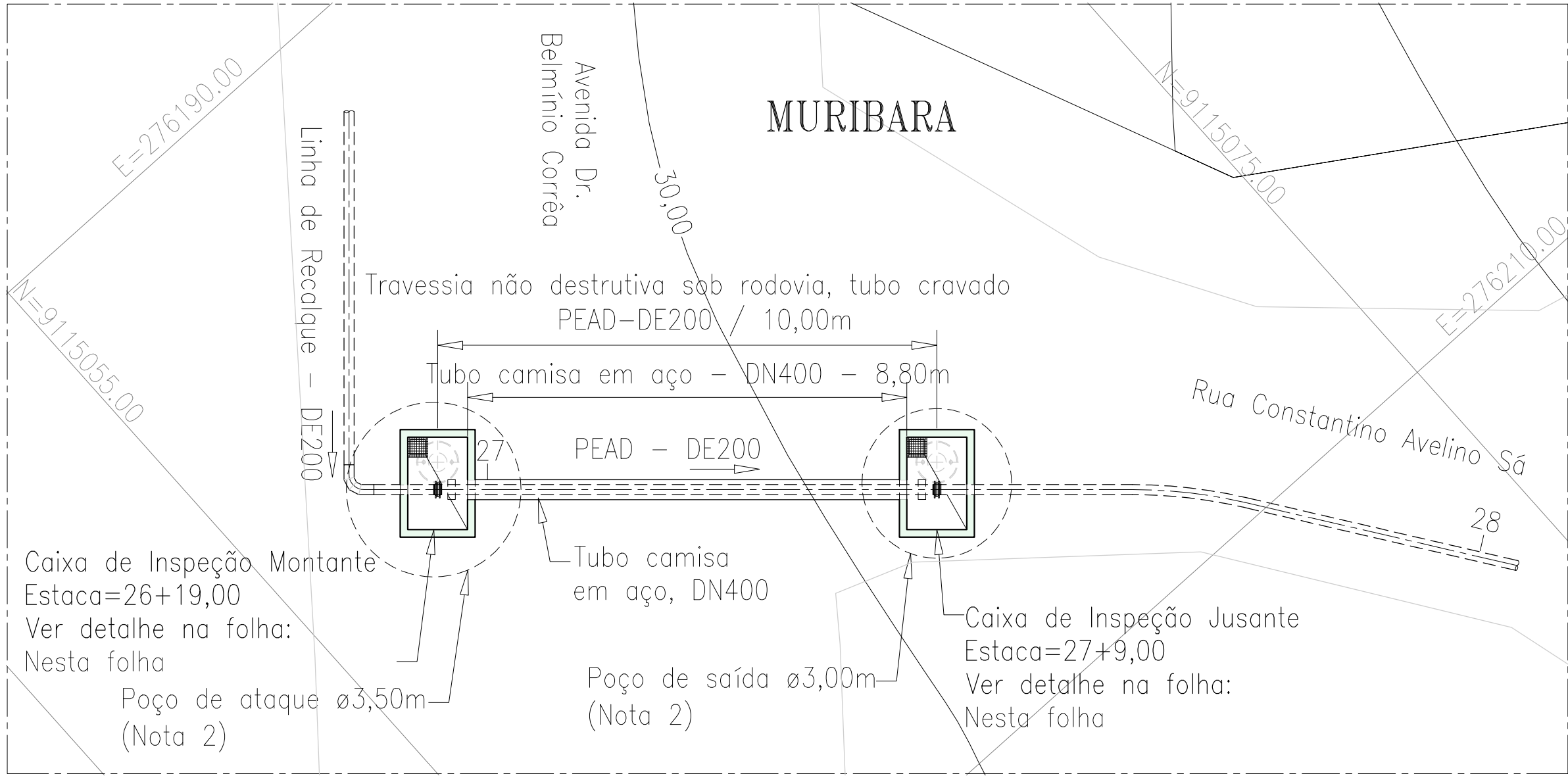
*	Parafusos para montagem do flange de transição PEAD/F"Dúctil, PN-10, DN100	Aço Galvanizado	pç	08	–
*	Parafusos para flange, PN-10, DN100	Aço Galvanizado	pç	16	–
*	Arruelas para flanges PN-10, DN100	Borracha	pç	03	–
D09	Grelha 0,40 x 0,40m	PRFV	pç	01	–
D08	Bocal para mangote, DN100, L=0,20m	Aço SAE 1020	pç	01	–
D07	Válvula com flange, volante e cunha de borracha, PN-10, DN100	F"Dúctil	un	01	–
D06	Tubo com flanges, Classe K-9, PN10, DN100, L=0,15m	F"Dúctil	pç	01	Conf. NBR 15420
D05	Flange solto com junta de vedação em borracha, DN100, esp 1/8"	Aço SAE 1020	pç	01	–
D04	Colarinho para flange, PN-10, DE110	PEAD	pç	01	Conf. DIN 16963
D03	Tubo com pontas para solda, PE100, SDR 17, PN-10, DE110	PEAD	m	1,00	Conf. NBR 15420
D02	Curva 45° com união por termofusão, DE110	PEAD	pç	01	Conf. DIN 16963
D01	Tê de redução com união por termofusão, DE200 x DE110	PEAD	pç	01	Conf. DIN 16963
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	UNID.	QTD.	OBSERVAÇÃO

LISTA DE MATERIAIS DA DESCARGA

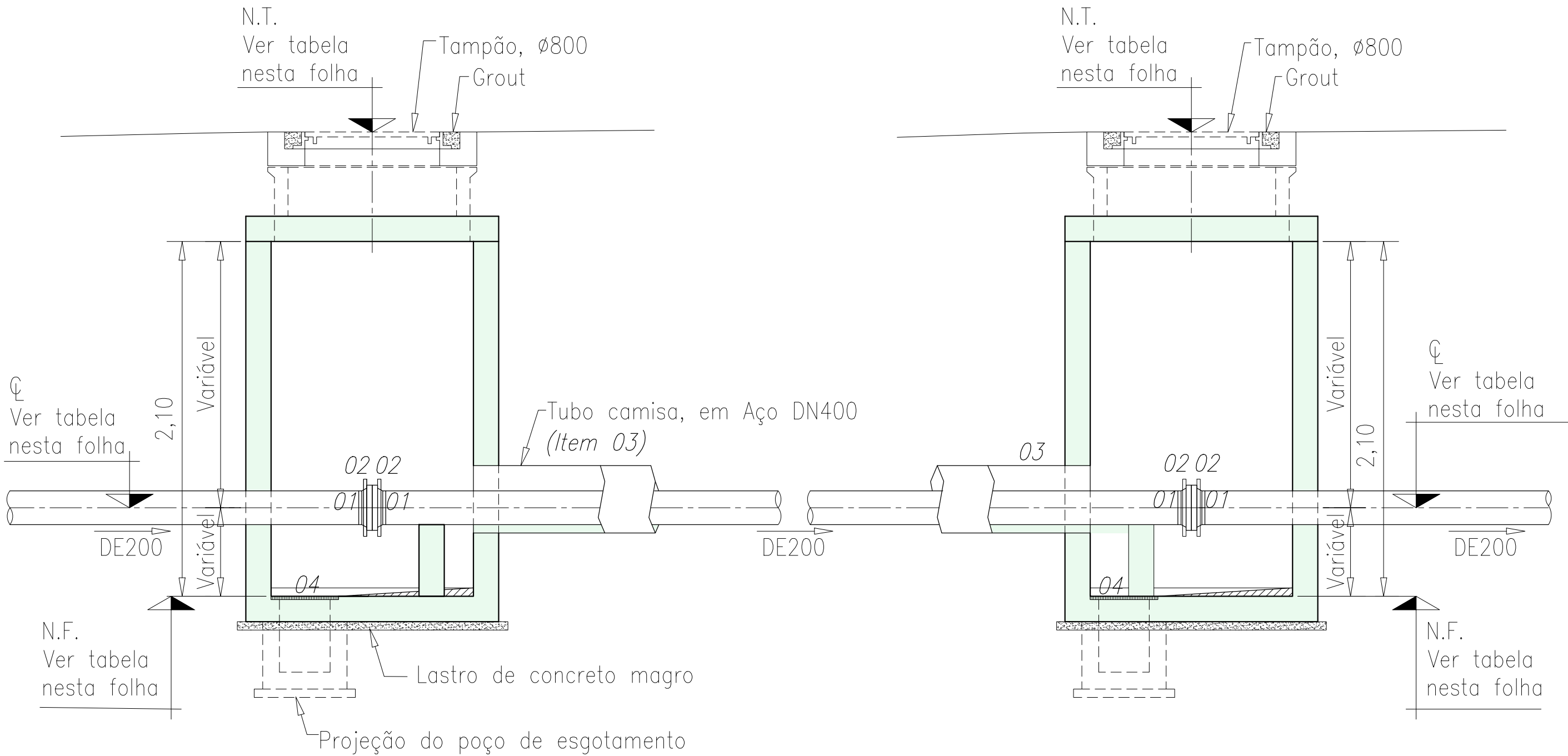
00	EMISSÃO INICIAL	27/07/2017	EDUARDO WEVERTTON	ANTÔNIO ROBERTO	PAULO TADEU	 	TÍTULO:		PROJETO -BÁSICO- SES SÃO LOURENÇO DA MATA	
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXECUÇÃO	APROVAÇÃO			SUBTÍTULO:		LINHA DE RECALQUE DA EEE-MURIBARA	
ESCALA: 1:200 / 1:2000			ORIENTADOR: PAULO TADEU RIBEIRO DE GUSMÃO				CIDADE:		FORMATO:	
ALUNOS: EDUARDO GALVÃO CARNEIRO LEÃO WEVERTTON EDUARDO DA SILVA			BANCA EXAMINADORA ANTÔNIO GUSTAVO DOS SANTOS NETO JOSÉ ROBERTO SANTOS DE CARVALHO				SÃO LOURENÇO DA MATA		A3	
DATA DE APRESENTAÇÃO: 27/07/2017			CÓDIGO: PB-DE-SLM-LDR-002		FOLHA: 02/02					



PLANTA DA SITUAÇÃO – ESC.: 1:1000



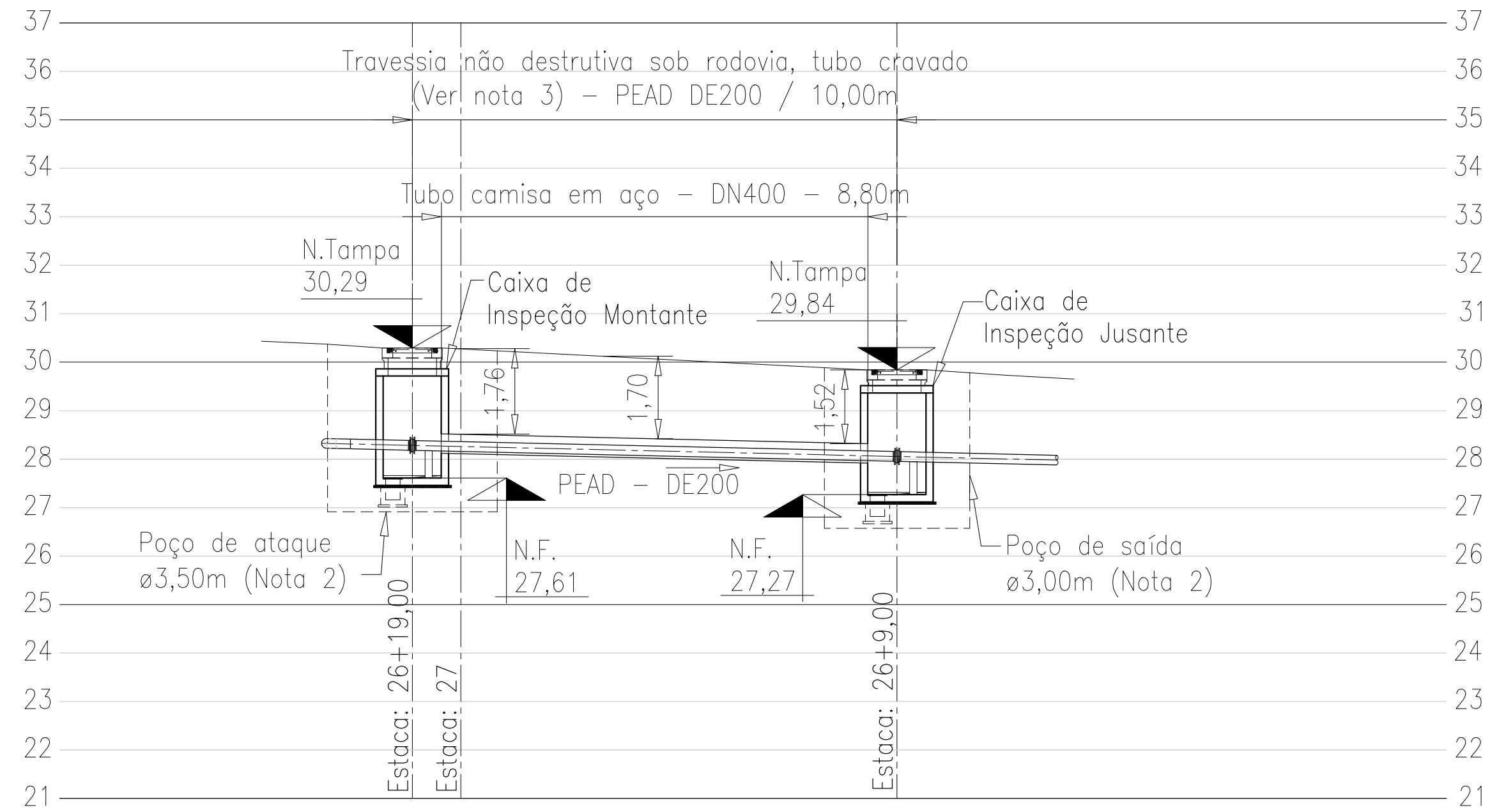
PLANTA DE LOCAÇÃO – ESC.: 1:200



DETALHE DAS CAIXAS MONTATE E JUSANTE – ESC.: 1:50

*	Parafusos para montagem do flange solto, PN-10, DN200	Aço Galvanizado	un	16	Acessórios
*	Arruela, PN-10, DN200	Borracha	un	02	Acessórios
04	Grelha 0,40 x 0,40 m	PRFV	un	01	–
03	Colarinho para Flange, PN-10, DE200	PEAD	pç	04	Conf. DIN 16963
02	Flange solto com junta de vedação em borracha, DN200, esp. 1/8"	Aço SAE 1020	pç	04	–
01	Tubo camisa, DN400	Aço	m	8,80	Conf. ASTM A36
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	UNID.	QTD.	OBSERVAÇÃO

LISTA DE MATERIAIS DA TRAVESSIA



PERFIL LONGITUDINAL – ESC.: 1:200

TABELA DESCRITIVA DO PROJETO

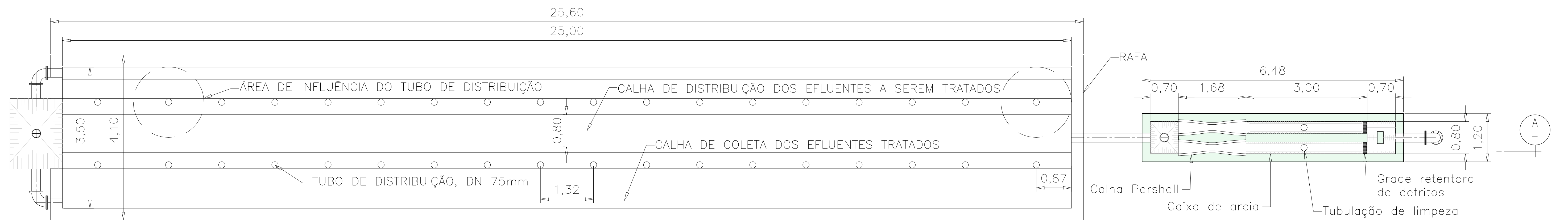
Descrição	Caixa Montante	Caixa Jusante
Estaca	26+19,00	26+9,00
Nível da Tampa	30,29	29,84
Centro de Linha	28,28	28,06
Nível de Fundo	27,61	27,27

NOTAS:

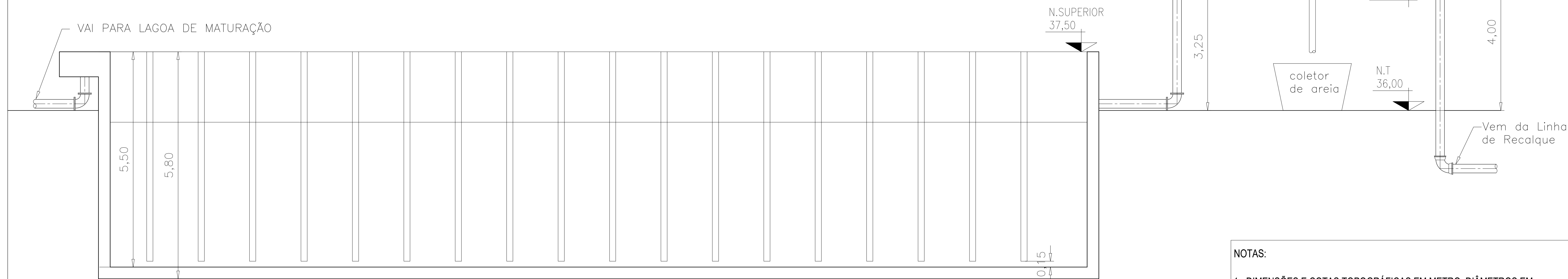
1 - DIMENSÕES E COTAS TOPOGRÁFICAS EM METRO, DIÂMETROS EM MILÍMETRO, EXCETO ONDE SE ENCONTRA OUTRA INDICAÇÃO.

2 - OS DIÂMETROS DOS POÇOS DE ATAQUE/SAÍDA, PODERÃO VARIAR DE ACORDO COM O MÉTODO E EQUIPAMENTO UTILIZADOS.

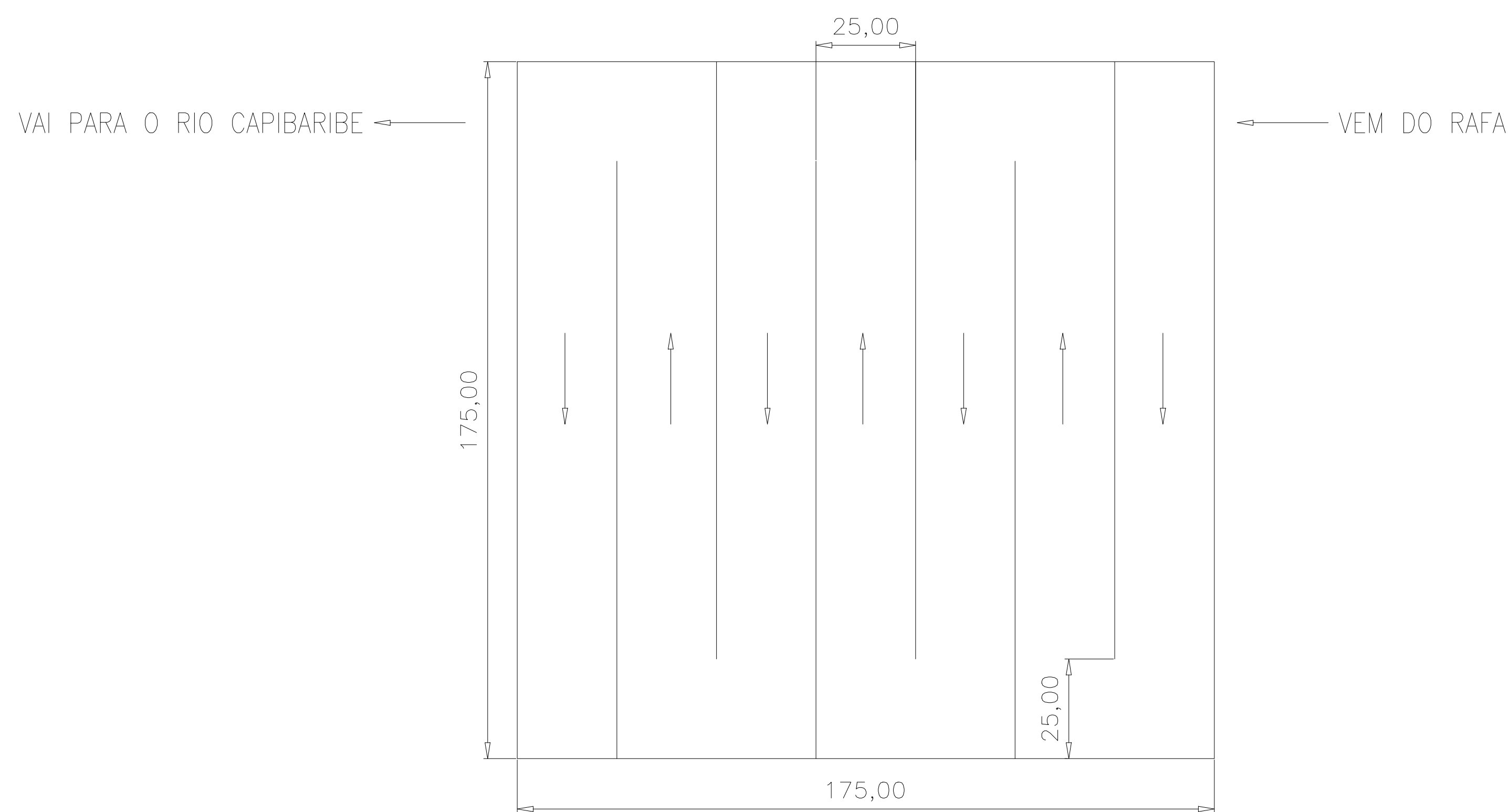
00	EMIÇÃO INICIAL	27/07/2017	EDUARDO WEVERTTON	ANTÔNIO ROBERTO	PAULO TADEU
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXECUÇÃO	APROVAÇÃO	
		TÍTULO: PROJETO -BÁSICO- SES SÃO LOURENÇO DA MATA			
		SUBTÍTULO: TRAVESSIA SOB RODOVIA			
CIDADE: SÃO LOURENÇO DA MATA			FORMATO: A3		
ESCALA: 1:100 / 1:2000			ORIENTADOR: PAULO TADEU RIBEIRO DE GUSMÃO		
ALUNOS: EDUARDO GALVÃO CARNEIRO LEÃO WEVERTTON EDUARDO DA SILVA			BANCA EXAMINADORA ANTÔNIO GUSTAVO DOS SANTOS NETO JOSÉ ROBERTO SANTOS DE CARVALHO		
DATA DE APRESENTAÇÃO: 27/07/2017			CÓDIGO: PB-DE-SLM-ETE-BACIA-AB-001		FOLHA: 01/01



PLANTA BAIXA – ESC.: 1:100



CORTE A – ESC.: 1:100



PLANTA BAIXA – LAGOA DE MATURAÇÃO – ESC.: 1:2000

NOTAS:

- 1 - DIMENSÕES E COTAS TOPOGRÁFICAS EM METRO, DIÂMETROS EM MILÍMETRO, EXCETO ONDE SE ENCONTRA OUTRA INDICAÇÃO.
- 2 - TUBULAÇÕES DE CHEGADA E SAÍDA DAS ETAPAS DE TRATAMENTO SERÃO EM FERRO DÚCTIL, PREVISTAS NO ORÇAMENTO DA ETE.

00	EMIÇÃO INICIAL	27/07/2017	EDUARDO WEVERTTON	ANTÔNIO ROBERTO	PAULO TADEU
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXECUÇÃO	APROVAÇÃO	
 		TÍTULO:			
		PROJETO -BÁSICO- SES SÃO LOURENÇO DA MATA			
		SUBTÍTULO:			
		TRATAMENTO PRELIMINAR, PRIMÁRIO E SECUNDÁRIO DOS ESGOTOS			
		CIDADE:		FORMATO:	
SÃO LOURENÇO DA MATA		A3			
ESCALA:		ORIENTADOR:			
1:100 / 1:2000		PAULO TADEU RIBEIRO DE GUSMÃO			
ALUNOS:		BANCA EXAMINADORA			
EDUARDO GALVÃO CARNEIRO LEÃO WEVERTTON EDUARDO DA SILVA		ANTÔNIO GUSTAVO DOS SANTOS NETO JOSÉ ROBERTO SANTOS DE CARVALHO			
DATA DE APRESENTAÇÃO:		CÓDIGO:		FOLHA:	
27/07/2017		PB-DE-SLM-ETE-BACIA-AB-001		01/01	

APÊNDICE C – Estimativas de custos de materiais da rede coletora e da EEE.

LISTA DE MATERIAIS - (ESTAÇÃO ELEVATÓRIA + LINHA DE RECALQUE + REDE COLETORA)				DATA DA ELABORAÇÃO: JULHO/2017		
ITEM	TABELA DE REFERÊNCIA	UNID.	DESCRIÇÃO	QUANT.	PREÇO (R\$)	TOTAL (R\$)
1	COTAÇÃO	M	TUBOS PVC RÍGIDO TIPO ESGOTO, DN150, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDOS COM ANÉIS DE BORRACHA E LUBRIFICANTE P/ MONTAGENS.	7.993,50	21,37	170.821,10
2	COTAÇÃO	M	TUBOS PVC RÍGIDO TIPO ESGOTO, DN200, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDOS COM ANÉIS DE BORRACHA E LUBRIFICANTE P/ MONTAGENS.	389,33	32,21	12.540,32
3	SINAPI NACIONAL	UN	SELIM PVC 90G C/ TRAVAS NBR 10569 P/ REDE COLET ESG DN 150X100MM	953	16,18	15.418,70
4	SINAPI NACIONAL	UN	SELIM PVC 90G ELASTICO NBR 10569 P/ REDE COLET ESG DN 200X100MM	27	26,74	722,05
5	COTAÇÃO	UN	CONSTRUÇÃO DE POÇO DE VISITA COM TAMPÃO E CAIXILHO FORNECIDOS PELO CONTRATADO COM DN - 1,00M E PROFUNDIDADE ATÉ 2,0M.	168	1.910,89	321.029,52
6	COTAÇÃO	UN	CONSTRUÇÃO DE POÇO DE VISITA COM TAMPÃO E CAIXILHO FORNECIDO PELO CONTRATADO COM DN - 1,20M COM PROFUNDIDADE ACIMA DE 2,00M E ATÉ 4,00M.	33	3.558,58	117.433,14
9	COTAÇÃO	PÇ	JUNTA DE DESMONTAGEM TRAVADA AXIALMENTE COM TIRANTES, PN-10, DN201	3,00	988,80	2.966,41
10	COTAÇÃO	PÇ	FLANGE AVULSO, EM FºFºDUCTIL/ESGOTO, PN-10, DN200	5,00	256,76	1.283,78
11	COTAÇÃO	PÇ	VÁLVULA COM FLANGES, VOLANTE E CUNHA DE BORRACHA, PN-10, CONFORME ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS, DN200	3,00	2.520,66	7.561,98
12	COTAÇÃO	PÇ	TOCO COM FLANGES, EM FºFºDÚCTIL/ESGOTO, PN-10, DN200, L=0,25M	2,00	401,59	803,19
13	COTAÇÃO	PÇ	COLARINHO PARA FLANGE EM PEAD, PN-10, DE200	5,00	149,21	746,06
14	COTAÇÃO	PÇ	CURVA 45°, COM FLANGES, EM FºFº DÚCTIL/ESGOTO, PN-10, DN100	1,00	182,55	182,55
15	COTAÇÃO	UN	GRELHA EM PRFV 0,40 X 0,40 M	3,00	88,80	266,39
16	COTAÇÃO	PÇ	TUBO COM FLANGES, EM FºFºDUCTIL/ESGOTO, K-09, PN-10, DN200, L=1,56 M	1,00	748,80	748,80
17	COTAÇÃO	M	TUBO COM PONTA PARA SOLDA, EM PEAD, PE-100, PN-10, SDR-17, DE200	660,00	369,55	243.903,00
18	COTAÇÃO	PÇ	CURVA 90°, COM UNIÃO POR TERMOFUSÃO, DE200	2,00	329,97	659,94
19	SINAPI NACIONAL	UN	JUNÇÃO FOFO 45 GR C/FLANGES PN-10/16 DN 200X200	2,00	1.469,90	2.939,79
20	SINAPI NACIONAL	UN	VENTOSA TRIPLICE FUNCAO FºFº C/ FLANGES PN-10/16/25 DN 50	1,00	1.321,04	1.321,04

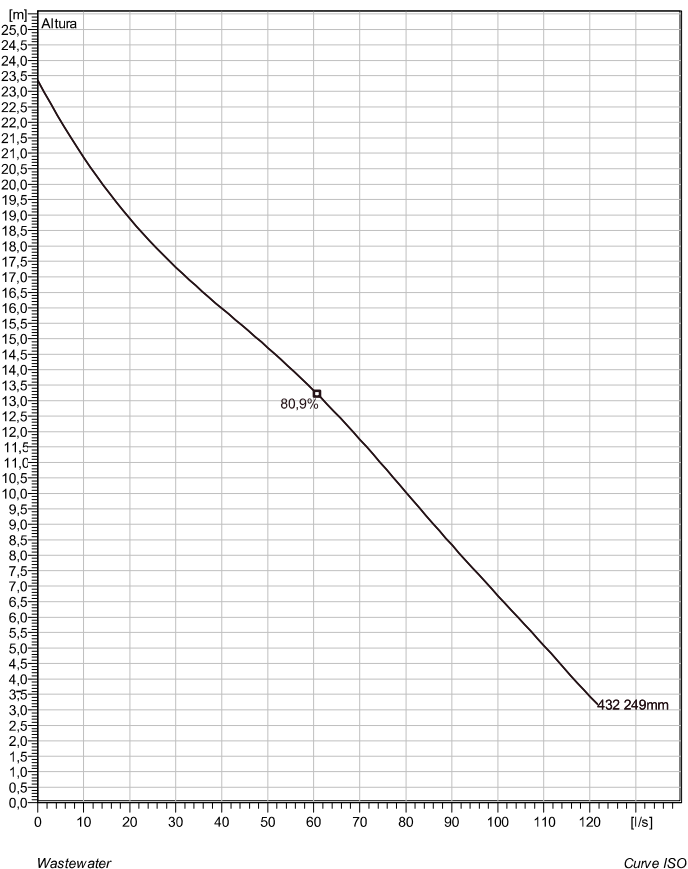
ITEM	TABELA DE REFERÊNCIA	UNID.	DESCRIÇÃO	QUANT.	PREÇO (R\$)	TOTAL (R\$)
21	COMPOSIÇÃO	UN	CESTO COLETOR DE DETRITOS COM ALÇA PARA IÇAMENTO, EM AÇO AISI 304	2,00	6.636,42	13.272,83
22	COTAÇÃO	PÇ	TÊ COM FLANGES, EM F°F°DÚCTIL/ESGOTO, PN-10, DN200 X DN50	1,00	613,15	613,15
23	COTAÇÃO	PÇ	TOCO COM FLANGES E ABAS DE VEDAÇÃO, EM F°F°DÚCTIL/ESGOTO, PN-10, DN200	2,00	730,18	1.460,36
24	COTAÇÃO	PÇ	VÁLVULA COM FLANGES, VOLANTE E CUNHA DE BORRACHA, PN-10, CONFORME ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS, DN50	1,00	644,82	644,82
25	COTAÇÃO	PÇ	VÁLVULA DE RETENÇÃO PARA ESGOTO TIPO PORTINHOLA ÚNICA, COM FLANGES, PN-10, CONFORME NTC-051, DN200	2,00	4.044,78	8.089,56
26	COTAÇÃO	UN	COMPORTA EM FERRO FUNDIDO DÚCTIL, PASSAGEM QUADRADA, DN200	3,00	6.833,92	20.501,76
27	COTAÇÃO	UN	COMPORTA EM FERRO FUNDIDO DÚCTIL, PASSAGEM REDONDA, DN200	1,00	6.390,75	6.390,75
28	COTAÇÃO	PÇ	VÁLVULA COM FLANGES, VOLANTE E CUNHA DE BORRACHA, PN-10, CONFORME ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS, DN100	1,00	879,30	879,30
29	COTAÇÃO	PÇ	CURVA 45°, COM BOLSAS, EM F°F°DÚCTIL/ESGOTO, JGS, DN200	2,00	295,07	590,14
30	COTAÇÃO	PÇ	CURVA 90°, COM BOLSAS, EM F°F°DÚCTIL/ESGOTO, JGS, DN200	1,00	393,59	393,59
31	COTAÇÃO	UN	MEDIDOR DE VAZÃO MAGNÉTICO (DN 200mm ABNT NBR 7675 - PN 10)	1,00	12.216,41	12.216,41
32	COTAÇÃO	PÇ	FLANGE CEGO, EM F°F°DÚCTIL/ESGOTO, PN-10, DN200	1,00	147,53	147,53
33	COTAÇÃO	PÇ	CURVA 45° COM FLANGES, EM F°F°DÚCTIL/ESGOTO, PN-10, DN200	2,00	420,00	840,00
34	COTAÇÃO	PÇ	CURVA 90°, COM FLANGES, EM F°F°DÚCTIL/ESGOTO, PN-10, DN200	2,00	438,10	876,20
35	COTAÇÃO	PÇ	SUORTE DA TUBULAÇÃO EM AÇO INOX	4,00	105,46	421,83
36	COTAÇÃO	PÇ	CURVA 90°, COM FLANGES, EM F°F°DÚCTIL/ESGOTO, PN-10, CLASSE K-9, DN100	1,00	197,15	197,15
37	COTAÇÃO	PÇ	PEDESTAL DE SUSPENSÃO PARA COMPORTA EM FERRO FUNDIDO DÚCTIL, DN200	4,00	1.106,16	4.424,64
38	COTAÇÃO	CJ	GUINDASTE GIRATÓRIO DE COLUNA COMPLETO, GIRO MANUAL, COLUNA TUBULAR, LANÇA DE PERFIL ILAMINADO E MÃO FRANCESA, BASE QUADRADA NERVURADA A SER FIXADA POR CHUMBADORES, CAPACIDADE 600KGF, R=4,00M	1,00	18.172,20	18.172,20
39	COTAÇÃO	PÇ	TAMPA FIBRA DE VIDRO COM RESISTÊNCIA 300KGF/M² TIPO 01, 135 X 67 CM	2,00	1.643,69	3.287,38
40	COTAÇÃO	PÇ	TAMPA FIBRA DE VIDRO COM RESISTÊNCIA 300KGF/M² TIPO 01, 197 X 75 CM	2,00	2.684,97	5.369,94
41	COTAÇÃO	PÇ	TAMPA FIBRA DE VIDRO COM RESISTÊNCIA 300KGF/M² TIPO 01, 125 X 130 CM	6,00	2.953,01	17.718,06

ITEM	TABELA DE REFERÊNCIA	UNID.	DESCRIÇÃO	QUANT.	PREÇO (R\$)	TOTAL (R\$)
42	COTAÇÃO	PÇ	TAMPA FIBRA DE VIDRO COM RESISTÊNCIA 300KGF/M² TIPO 01, 125 X 120 CM	2,00	2.725,86	5.451,72
43	COTAÇÃO	PÇ	TAMPA FIBRA DE VIDRO COM RESISTÊNCIA 300KGF/M² TIPO 01, 125 X 65 CM	2,00	1.476,51	2.953,02
44	COTAÇÃO	PÇ	TAMPA FIBRA DE VIDRO COM RESISTÊNCIA 300KGF/M² TIPO 01, 55 X 55 CM	2,00	549,72	1.099,44
45	COTAÇÃO	PÇ	PARAFUSO EM AÇO GALVANIZADO PARA FLANGES, PN-10, DN200	208,00	5,74	1.194,91
46	COTAÇÃO	PÇ	PARAFUSO DE AÇO GALVANIZADO PARA MONTAGEM DO FLANGE DE TRANSIÇÃO PEAD/FºDÚCTIL, PN10, DN200	24,00	5,74	137,87
47	COTAÇÃO	PÇ	PARAFUSO EM AÇO GALVANIZADO PARA FLANGES, PN-10, DN50	8,00	2,99	23,92
48	COTAÇÃO	PÇ	ARRUELA PARA FLANGE, EM BORRACHA, PN10, DN200	35,00	7,37	258,10
49	COTAÇÃO	PÇ	ARRUELA PARA FLANGE, EM BORRACHA, PN10, DN100	5,00	3,70	18,52
50	COTAÇÃO	PÇ	ARRUELA PARA FLANGE, EM BORRACHA, PN10, DN50	2,00	2,33	4,67
51	COTAÇÃO	PÇ	PEÇA DE TRANSIÇÃO EM AÇO ASTM 120, DIM 2440, SCHEDULE 40, PN-10, DN200 X DN recalque da bomba, L=0,20 M	2,00	326,36	652,72
52	COTAÇÃO	PÇ	HASTE DE PROLONGAMENTO COM DUAS ROSCAS EM AÇO, DN1 1/8", L= 2,74M	1,00	2.246,80	2.246,80
53	COTAÇÃO	PÇ	HASTE DE PROLONGAMENTO COM DUAS ROSCAS EM AÇO, DN1 1/8", L= 2,90M	2,00	2.378,00	4.756,00
54	COTAÇÃO	PÇ	HASTE DE PROLONGAMENTO COM DUAS ROSCAS EM AÇO, DN1 1/8", L= 4,83M	1,00	3.960,60	3.960,60
55	COTAÇÃO	PÇ	VÁLVULA DE RETENÇÃO DE ESGOTO COM PONTEIRA, PVC/ESGOTO, DN100	3,00	27,74	83,22
56	COTAÇÃO	PÇ	TOCO COM FLANGES, EM FºFºDÚCTIL/ESGOTO, PN-10, DN200, L=0,25M	4,00	401,59	1.606,38
57	COTAÇÃO	PÇ	TUBO COM FLANGE E BOLSA, EM FºFºDUCTIL/ESGOTO, K-09, PN-10, JGS, COM FURO ROSCADO, DN200, L=1,00M	1,00	728,48	728,48
58	COTAÇÃO	PÇ	TAP 1"	1,00	381,03	381,03
59	COTAÇÃO	PÇ	TUBO CAMISA EM AÇO DN400	45,94	1.270,66	58.374,12
60	COTAÇÃO	M	TUBO COM PONTAS, EM PVC/ESGOTO, DN100	5,00	43,10	215,50
61	COTAÇÃO	PÇ	TUBO COM FLANGE E PONTA, EM FºFºDUCTIL/ESGOTO, K-09, PN-10, DN200, L=2,52 M	1,00	1.353,44	1.353,44
62	COTAÇÃO	PÇ	TUBO COM FLANGE E PONTA, EM FºFºDUCTIL/ESGOTO, K-09, PN-10, DN200, L=0,90 M	1,00	483,37	483,37
63	COTAÇÃO	PÇ	TUBO COM FLANGE E PONTA, EM FºFºDUCTIL/ESGOTO, K-09, PN-10, DN200, L=1,20 M	1,00	644,49	644,49

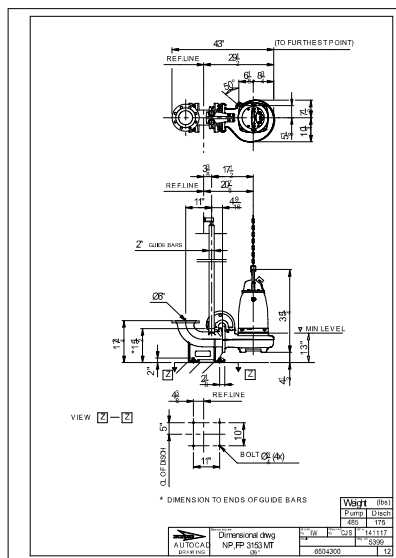
ITEM	TABELA DE REFERÊNCIA	UNID.	DESCRIÇÃO	QUANT.	PREÇO (R\$)	TOTAL (R\$)
64	COTAÇÃO	M	TUBO COM FLANGE E PONTA, EM F°F°DUCTIL/ESGOTO, K-07, PN-10, DN200	0,30	538,47	161,54
65	COTAÇÃO	PÇ	TÊ COM FLANGES, EM F°F°DÚCTIL/ESGOTO, PN-10, DN200 X DN100	1,00	762,96	762,96
66	COTAÇÃO	CJ	CONJUNTO MOTOR-BOMBA CENTRÍFUGA SUBMERSÍVEL	2,00	20.274,00	40.548,00
67	COTAÇÃO	PÇ	GUIA DO CESTO COLETOR DE DETRITOS L = 3,55	2,00	238,54	477,08
68	COTAÇÃO	M	CORRENTE DE IÇAMETO EM AÇO GALVANIZADO, CARGA MÁXIMA ATÉ 250 KG	17,00	11,63	197,71
69	COTAÇÃO	PÇ	TUBO COM FLANGES, EM F°F°DUCTIL/ESGOTO, K-09, PN-10, DN200, L=0,58 M	1,00	483,07	483,07
70	COTAÇÃO	PÇ	TUBO COM FLANGES, EM F°F°DUCTIL/ESGOTO, K-09, PN-10, DN200, L=3,74 M	2,00	556,69	1.113,38
71	COTAÇÃO	PÇ	LUVA PARA HASTE DE PROLONGAMENTO, DN 1 1/8"	4,00	854,00	3.416,00
72	COTAÇÃO	PÇ	MANCAL INTERMEDIÁRIO PARA HASTE, DN1 1/8"	5,00	1.614,59	8.072,95
73	COTAÇÃO	PÇ	PARAFUSOS PARA FLANGE, PN10, DN102	40,00	3,40	136,00
TOTAL DE CUSTOS DE MATERIAL INDICADOS						1.159.852,38

ANEXO A – Curvas e dimensões características da bomba.

NP 3153 MT 3~ 432
Technical specification



Installation: P - Semi permanent, Wet



Note: Picture might not correspond to the current configuration.

General

Patented self-cleaning semi-open channel impeller, ideal for pumping in most waste water applications. Possible to be upgraded with Guide-pin® for even better clogging resistance. Modular based design with high adaptation grade.

Impeller

Impeller material	Grey cast iron
Discharge Flange Diameter	5 7/8 inch
Suction Flange Diameter	5 7/8 inch
Impeller diameter	249 mm
Number of blades	2

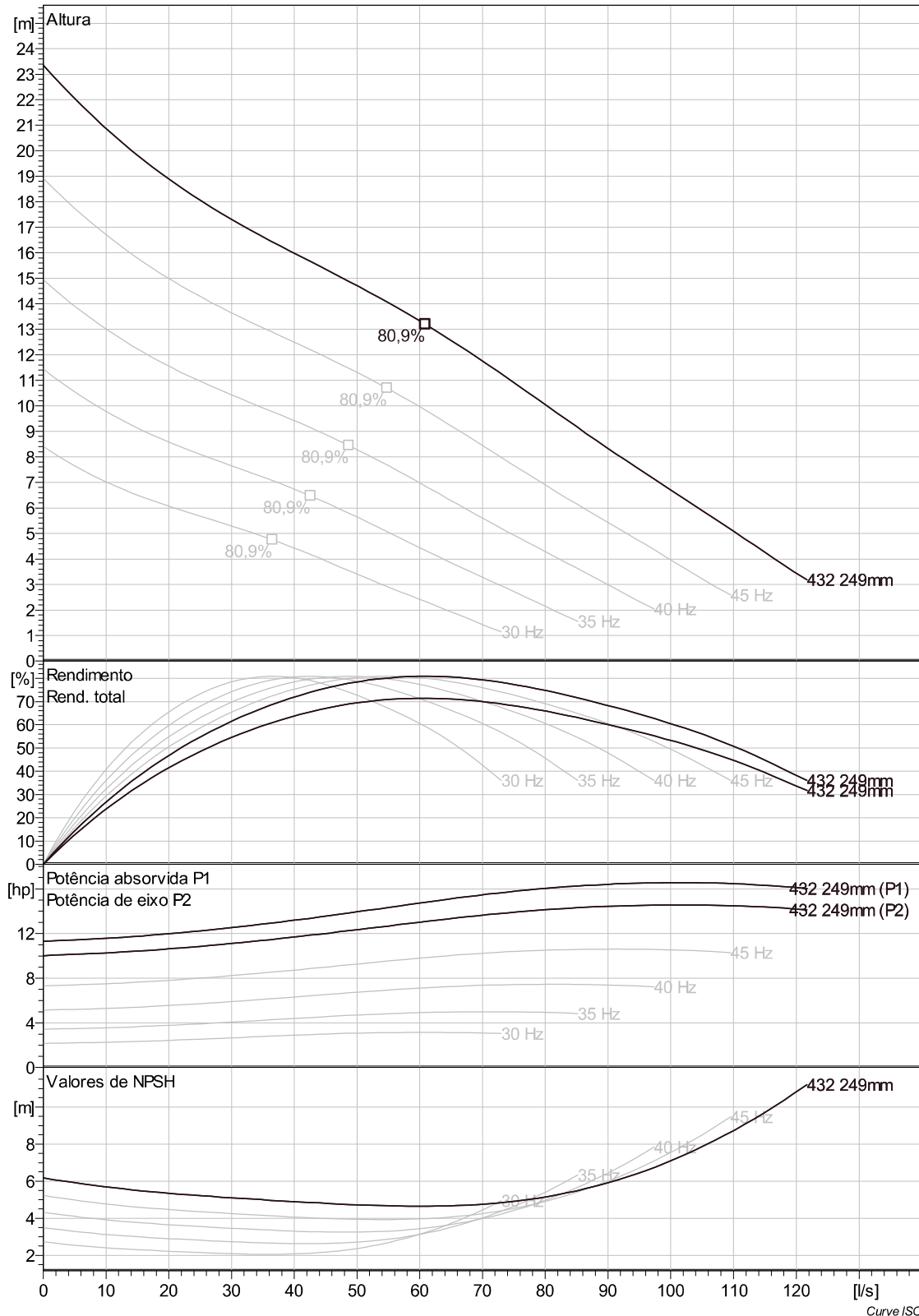
Motor

Motor #	N3153.181 21-18-4AA-W 13.5KW
Standard	
Variante do estator	2
Frequência	50 Hz
Tensão nominal	400 V
Número de pólos	4
Fases	3~
Potência nominal	18,1 hp
Corrente nominal	27 A
Corrente de partida	145 A
Velocidade nominal	1455 rpm
Fator de potência	
1/1 Load	0,84
3/4 Load	0,79
1/2 Load	0,68
Motor efficiency	
1/1 Load	86,5 %
3/4 Load	88,0 %
1/2 Load	88,5 %

Configuração

Projeto	Projeto ID	Criado por	Criado em 7/14/2017	Última atualização
---------	------------	------------	------------------------	--------------------

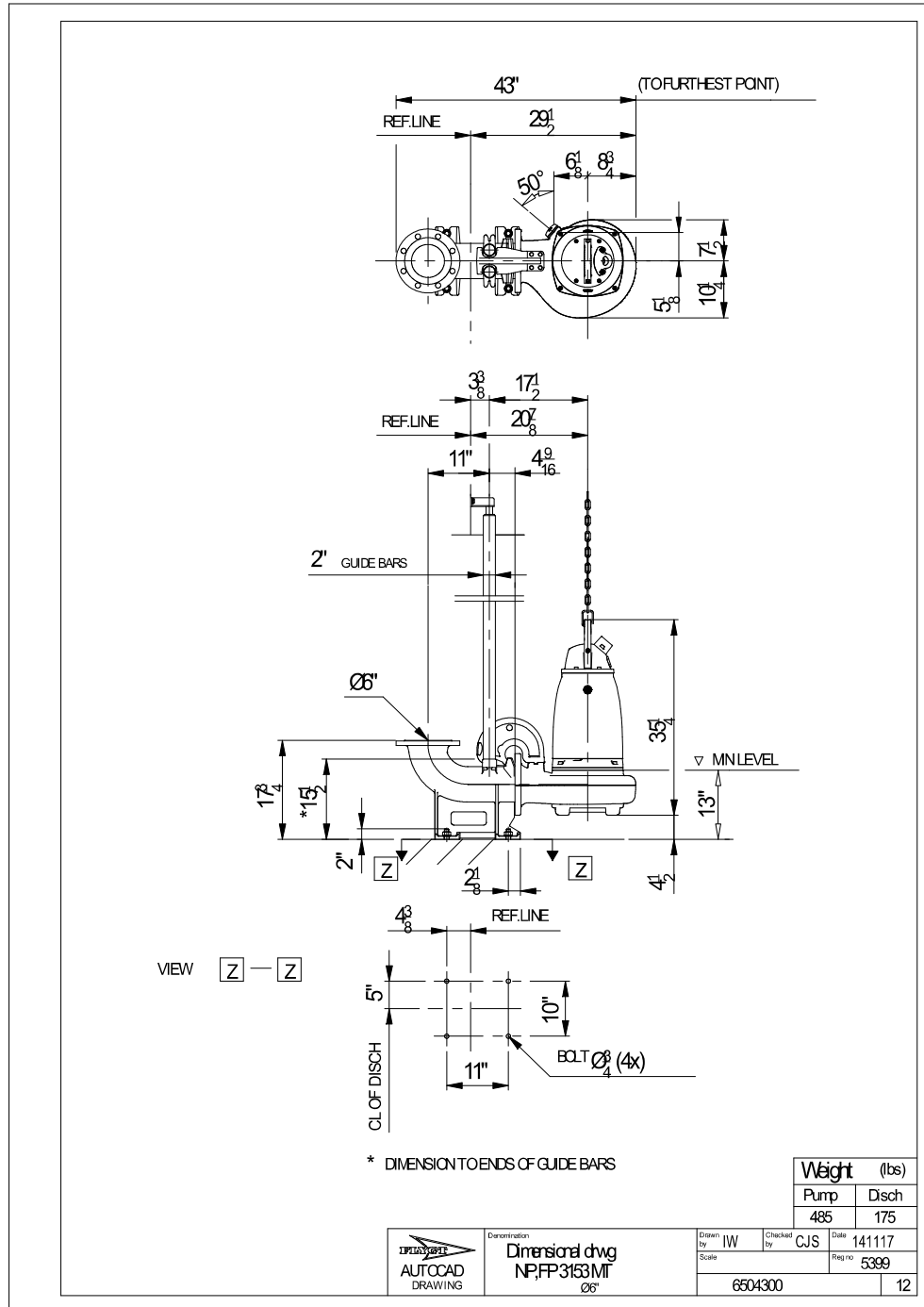
NP 3153 MT 3~ 432 VFD Curve



Projeto	Projeto ID	Criado por	Criado em 7/14/2017	Última atualização
---------	------------	------------	------------------------	--------------------

NP 3153 MT 3~ 432

Dimensional drawing



Projeto	Projeto ID	Criado por	Criado em	Última atualização
			7/14/2017	